

Aplicación del modelo de cláusulas eficientes para contratos en servicios de mantenimiento bietápicos

José Luis Infante

Application of efficient clauses models for contracts in two-stage maintenance services

RESUMEN

Las actividades de mantenimiento en industrias para un problema dado en un equipamiento pueden ser desarrolladas en dos etapas, una de ellas con la intención de aplicar soluciones de bajo costo (*screening*) y otra posterior que definitivamente resuelva la situación. De ser tercerizado el servicio, será necesario definir un contrato oneroso de corresponsabilidad. El modelo de cláusulas eficientes indica restricciones que hay que tener en cuenta, toda vez que existiendo contratante y contratado, que haya restricciones en dos etapas produce inefficiencia. El trabajo analiza la aplicación del modelo y propone soluciones técnicas para su resolución.

Recibido: 18 de octubre de 2010

Aceptado: 29 de noviembre de 2010

ABSTRACT

*The activities of maintenance in industries for a given problem in an equipment can be developed in two stages, one of them to the effects of implementing solutions of low-cost (*screening*) and a subsequent that definitively resolved the situation. To be outsourced the service, it will be necessary to define an onerous contract of responsibility. The model of efficient clauses indicates restrictions to take into account any time that since contracting and hired exist, restrictions in two stages produce inefficiency. The work analyzes the implementation of the model and proposes technical solutions.*

Received: October 18, 2010

Accepted: November 29, 2010

Palabras clave

Mantenimiento, contratos, cláusulas, tercerización, empresas, economía

Keywords

Maintenance, contracts, clauses, outsourcing, companies, economy



Foto: Pictelia

Introducción

El presente trabajo se encuadra en la temática relacionada con la administración de mantenimientos en la organización de la producción.

Será de aplicación principal en toda industria en la que la función de mantenimiento sea relevante, pero no es excluyente. Particulariza el problema de la contratación de los servicios de mantenimiento que cuentan con una instancia primera de resolución rápida ante problemas de funcionamiento de equipamiento y una eventual actividad posterior más compleja. De ahí la denominación bietápica. Este formato de servicio es habitual ante la aplicación de prácticas de *screening*, que facilita discriminar con mayor información los recursos que se van a aplicar. Favorece entonces sólo aplicar mayor cantidad de recursos donde realmente es necesario. Si bien se considera el caso de tercerización, sus conclusiones pueden ser aplicadas en instancias de organización interna del área de mantenimiento.

Hay que tener en cuenta que un servicio contratado en dos etapas cuenta con diferente especialización de cada una de ellas, que probablemente el servicio integral sea resuelto por diferentes personas en cada etapa, y hasta bajo geren-

ciamientos distintos, y se debe sumar a ello que siempre existe la restricción financiera que puede requerir el análisis de la oportunidad de realización de los trabajos de mantenimiento toda vez que opere activa. A partir de esto, el problema en general encontrará dos jugadores económicos pugnando por alcanzar sus ganancias: contratista y contratado. Por ello, deberán entablar relación bajo una forma protocolizada llamada contrato y, en consecuencia, determinar sus cláusulas. Sucedé que la determinación de dichas cláusulas puede generar ineficiencias como fue expresado por Infante (2009). Por ello, y según sigue, se describe el problema con la finalidad de encontrar algunas reglas que permitan evitar dichas ineficiencias.

El problema del mantenimiento y sus contratos

En formatos de mantenimiento productivo total (MTP), a los efectos de observar la información referida a los egresos monetarios por servicios de mantenimiento, o en ocasiones en las que el mantenimiento se debe realizar sobre “tecnologías cerradas”¹, se evidencian dos ejemplos en los que una empresa puede decidir en qué dirección tercerizar dichos servicios.

En estos ejemplos, y otros tantos casos similares más, resultan ocasiones en las que se requiere la suscripción de un contrato entre la firma que necesita servicios de mantenimiento y otra que lo provee. Si bien este contexto va a acompañar el trabajo que se pone en consideración, las conclusiones a las que se arriba no excluyen la inteligencia asociada a los mecanismos administrativos para la organización y dispendio de servicios de mantenimiento que realice una firma para ella misma. Interpretando tales sucesos sobre procesos de estandarización de procedimientos, el lector encontrará lo necesario para observar como aplicar el modelo.

Volviendo a la cuestión en estudio, una empresa que planifica tareas de mantenimiento lo hace para que los rendimientos del equipamiento utilizado razonablemente respondan a sus estándares y así poder encaminar sus resultados sobre la senda de la rentabilidad buscada, la cual no es otra que la apropiación legítima del máximo excedente de producción. Su objetivo entonces será maximizar su VAN o EBITDA u otra forma de medir su excedente de producción².

Continuando, e independientemente del mecanismo de selección del proveedor³, surgirá la necesidad de establecer

un contrato en el que la firma proveedora condicionará la prestación del servicio a una determinada gama de modalidades técnicas y tiempos, mientras que la firma contratante establecerá un SLA⁴ y un precio asociado. Se obviará para este trabajo la muy probable circunstancia en la que el contratado se encuentre obligado, a su vez, a proveer piezas a un precio invariante. En estos casos, el contrato en realidad constaría de tres componentes, la provisión de un servicio, la venta de piezas a un precio fijo y la opción de su venta. En consecuencia, se observarían tres problemas y existiría en el contrato una composición aditiva que requeriría el análisis de los tres efectos, si se quiere subcontratos o contratos anidados, por separado. Por ello sólo se analizará el caso más sencillo de la provisión de los servicios, sin la componente de entrega de pieza. De existir, nada complicaría el problema académico, ya que se repetirían las conclusiones en cada subcontrato o componente adicional.

En el contrato propiamente dicho, las cláusulas deberán explicar los mecanismos de provisión, formas de control, certificación de servicios, formas de pago y, finalmente, plazos. Frente a esta necesidad, la firma contratante seguramente requerirá de mecanismos de mantenimiento correctivos y preventivos. Si bien puede adoptar otras formas, para facilidad de comprensión y poder centrar el interés en el efecto de las cláusulas que se van a imponer, se lleva el caso a explicar el fenómeno restringiendo el universo a sólo estas dos técnicas. Al respecto, el lector sabrá que en realidad hay seis formatos de técnicas recomendados: tres tolerables a las fallas normalmente conocidas como canibalización, correctivo de urgencia y correctivo programable, y tres que no son tolerantes a las fallas normalmente conocidas como mantenimiento preventivo, predictivo y punto fijo. Pues bien, el trabajo será centrado sobre un contrato que prevea servicios correctivos y preventivos⁵. Como antes se ha dicho, se evitará tratar los casos de cambios de piezas. En consecuencia, se estudiarán sólo los efectos del mantenimiento preventivo y correctivos que no requieran provisión de piezas⁶. Recuerde el lector que nada distinto sucedería de considerar la provisión de piezas y la fijación de precios de éstas.

El mantenimiento preventivo y correctivo y sus dos etapas

En equipamientos con soportes informáticos de comando suele haber *software*

para diagnóstico y corrección de problemas. Se pueden producir correcciones remotas. Ésta es la base del *screening* aplicado. A su vez, también en forma remota se pueden producir visitas con intervención, o no, humana, para el control del nivel de servicios y diagnóstico de problemas. Otros tipos de problemas requerirán de personas que intervengan forzando programas de control o ejecutando tareas de limpieza, aceitado, u otra similar *in situ*. Si el equipamiento no cuenta con *software* de gestión, también podrá contarse con intervención remota por mecanismos de CRM⁷ con o sin intervención humana y la normal intervención en el sitio.

Todo contrato determinará la necesidad de realizar tareas habituales preventivas y tareas excepcionales por efectos no esperados. Cuando éstos se producen, la empresa contratista debe denunciar los problemas en cuestión que desata el protocolo de atención en un mínimo de dos etapas, la atención remota que facilita discriminar los recursos a aplicar y la atención *in situ*.

Las competencias laborales y técnicas en atención remota difieren de aquellas necesarias para atención en el mismo lugar. Luego, su administración puede estar gobernada por diferentes sectores, aquéllos asociados a la atención remota y aquéllos asociados a la atención *in situ*. Claramente son distintas pero cuentan con un gran gris de intersección en sus labores, ya que el defecto o exceso en la resolución de primera etapa produce efectos en la segunda. Esto no resulta indiferente para la empresa contratista. Ya sea para atención remota o *in situ*, la contratista deberá contar con personal que pueda atender a las necesidades de la firma que provee el servicio. Nuevamente, no son las mismas competencias que se necesitan para la atención remota que para la atención *in situ*. Ahora bien, sobre el equipamiento mismo, tampoco es indiferente el defecto o exceso en primera etapa. El defecto lleva a eventuales cortes o disminución de suministro por intervención humana forzada, cambio prematuro de piezas, mayores costos logísticos por asistencia o ayuda de la empresa, mientras que el exceso puede llevar a la falla impensada o abrupta del sistema, disminución de vida útil de la pieza por canibalización del sistema y otras posibles.

Por supuesto que por parte de la empresa prestataria, tampoco es indistinta una actividad u otra. Siempre existirán incentivos que resolver los pro-

blemas en forma remota puesto que lleva consigo un menor costo directo.

Finalmente, no es menor la instancia competitiva entre una y otra etapa cuando cuentan con gobiernos distintos⁸.

El modelo de cláusulas eficientes

Este modelo se encuentra enrolado en el mundo de la economía de la información, y dentro de ésta, en la teoría de contratos. No refleja los efectos ya conocidos del problema de la información asociado a incentivos. Éstos son, *moral hazard*, señales, asimetría de información, selección adversa, los cuales se encuentran suficientemente desarrollados técnicamente en múltiples trabajos como los de Laffont (2002), Mirrlees (1997), Spence (1973) y Zorrilla Salgador (2006), entre otros. Más claramente, los efectos de los problemas que se tratan en los trabajos indicados, de considerarse relevantes, deberían ser sumados como adicionales. Por su parte, las formas de contratación de mantenimientos y sus efectos se encuentran desarrollados en el trabajo de González Fernández (2007).

La introducción al problema de la eficiencia en las cláusulas con efectos económicos productivos desde un enfoque teórico y genérico se trata en el trabajo de Infante (2009), mientras que su aplicación en el análisis de contratos ambientales está desarrollado en Infante (2010). El modelo en sí indica que los contratos serán eficientes en la medida que la cantidad de cláusulas con efectos económicos no supere la cantidad de actores que persiguen incentivos e intervienen en el contrato. Dicha condición resulta necesaria, pero no suficiente y se encuentra condicionada también a la existencia de un n-espacio de intersección convexo respecto a la restricción derivada de las cláusulas.

El modelo planteado adopta la forma lineal debido a que refiere a cuestiones económico-productivas con efectos acaudados en sus variables⁹ y en plazos del tipo corto o mediano.

Las cláusulas se plantean por n-espacios de restricción, requiriéndose un inventario o *stock* b_j para aquellas necesidades de abastecimiento, y objetivos b_j en los otros casos. Los actores económicos, contratante y contratado por ejemplo, buscarán maximizar sus ganancias potenciales g_i .

Con ello, el modelo resulta

$$\sum_{i=1}^k x_j \geq b_j \text{ con } i = 1 \dots k, j = 1 \dots s, k < m, s < n$$

$$\sum_{i=k+1}^m x_j \leq b_j \text{ con } i = k+1 \dots m, j = s+1 \dots n$$

$$\text{MAX } \sum_{j=1}^s g_j x_j$$

Si el modelo encuentra un vector solución $\{X\}$ compuesto por las variables reales, auxiliares y artificiales en un punto interior frontera del n -espacio convexo que responda a la condición conocida bajo la característica de solución básica¹⁰, de existir más restricciones que variables, la solución obligará a que algunas variables auxiliares sean distintas de 0. Es entonces cuando se observa la ineficiencia, ya que será óptimo, en ese caso, contar con sobreinventarios o subobjetivos por razones de una mala especificación del contrato.

Aplicación del modelo de cláusulas eficientes

Caso general ganar ganar

Considérese dos jugadores contratantes, uno de ellos contratista de mantenimiento y el otro contratado para realizar tareas de mantenimiento. Se indexará con subíndice E a la firma contratante y con subíndice C a la firma contratada.

Considérese, adicionalmente, que no existe poder de mercado significante de una firma sobre otra. Luego, se aceptará que el marco competitivo es imperfecto¹¹.

Planteada así la problemática, se establece un juego económico en el que las empresas buscarán un equilibrio Nash bajo la forma *win win*¹².

Sea G_E la contribución máxima alcanzable por la firma contratista y G_C la contribución máxima alcanzable por la empresa contratada. Ambas requerirán una capacidad de financiamiento disponible para realizar las obligaciones de hacer y de dar. Dichas capacidades máximas serán, respectivamente, F_E y F_C , y, como la disponibilidad no es infinita, ambas en conjunto estarán restringidas por una capacidad F. En la etapa de atención de servicio remota ambas empresas contarán con una capacidad máxima disponible R_E y R_C , y bajo idéntico razonamiento, ambas en conjunto estarán restringidas por una capacidad R. Finalmente, la atención *in situ*, la que denominamos M, contará con igual tipo de restricción y se observará M_E y M_C restringidas por una capacidad M.

El problema consiste en maximizar las ganancias. Planteado el problema lineal surge el modelo

$$\text{MAX } G_E X_E + G_C X_C \text{ sujeto a}$$

$$F_E X_E + F_C X_C \leq F$$

$$R_E X_E + R_C X_C \leq R$$

$$M_E X_E + M_C X_C \leq M$$

Obsérvese que no necesariamente se debe cumplir que $F_E + F_C = F$, $R_E + R_C = R$, $M_E + M_C = M$, y tampoco se debe cumplir que $X_E + X_C = 1$, aunque sí será requisito que $X_E < 1$ y $X_C < 1$, circunstancia que, si se encuentra bien acondicionada la matriz de restricciones y objetivos, no debiera producir efectos en la solución.

Cualquier par ordenado $X_{EO} + X_{CO}$ que optimice el modelo tendrá consigo ineficiencia en alguna restricción, cuestión que será a costo de la empresa menos favorecida por razones de poder de mercado.

El efecto descrito queda representado en el gráfico de la figura 1. En la situación hipotética del gráfico, el vector solución se encontrará en el punto A, con los porcentuales en tanto por uno de contribución (X_{EA}, X_{CA}). Tal realidad implica aceptar la sobredisponibilidad innecesaria de M en una cuantía igual a $M - (M_E X_{EA} + M_C X_{CA})$ que no es otra cosa que el valor que adopta la variable auxiliar aplicable en dicha inecuación.

Caso general ganar perder

El modelo sería modificado adicionando la condición $X_E + X_C = 1$. Tal hecho sería sumamente perjudicial para ambas partes, ya que la solución óptima sería intra n-espacio convexo, obligando a la aparición de sobredimensionamientos en la mayoría de las restricciones. Sólo podría evitarse este desperdicio de recursos si la expresión condicionante $X_E + X_C = 1$ pasa por la solución básica A, cuestión de bajísima probabilidad.

Caso particular monopsónico¹³

En este caso, el modelo debería reflejar sólo el problema desde la firma contra-

tista. Nada va a cambiar a excepción de que en la descripción del modelo, las variables reflejarán la participación en el servicio de mantenimiento de cada etapa. Dejará su lugar X_E y X_C , y aparecerán en escena X_1 y X_2 para medir cantidad de horas o recursos en general asignados por cada etapa. Obsérvese que el problema persiste, ya que la cantidad de inecuaciones en la restricción del modelo continúan siendo tres.

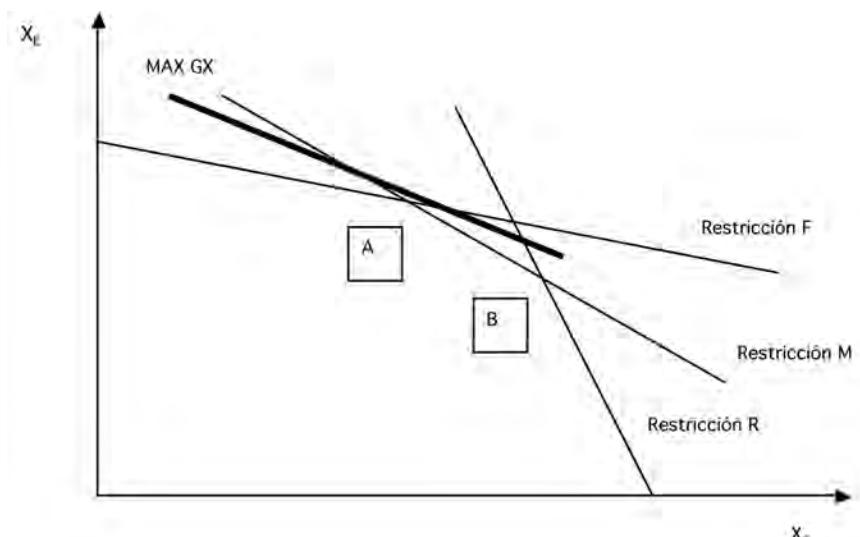
Racionalización práctica y uso de los efectos del modelo

Conviene utilizar el modelo para inducir políticas para el diseño de los contratos. No es poco común que la naturaleza aversa al riesgo de las personas que suman algún grado de poder de mercado induzca a la sobreutilización de salvaguardas y cláusulas de coberturas de riesgo que termina produciendo una elevada carga administrativa en la materialización de los contratos disminuyendo la "jugabilidad"¹⁴ del mismo. No se entiende conveniente ni práctico su modelado numérico debido a la gran carga informativa que requiere desde el primer momento, ya que, en función del grado de complejidad económica del problema que se trata y el monto económico del contrato, siempre existirá la posibilidad de financiar racionalmente la información necesaria.

En relación con la interpretación de las variables y parámetros utilizados se encuentra que:

1. Ganancia de la contratista: puede ser aproximada por el VAN del emprendimiento, EBITDA, contribución marginal o por el ahorro producido por utilización

Figura 1. Gráfico representativo de la determinación de la contribución óptima



de las piezas que mantener durante la vida útil técnica de las mismas¹⁵.

2. Ganancia de la contratada: diferencia entre precio de contrato y costos de servicio bajo una forma similar a la utilizada en 1¹⁶.

3. El juego original se plantea como función económica total en competencia, de allí que se modela las ganancias de ambas partes y no sólo de una.

4. Las restricciones imponen aplicación de inventarios a ambas partes. Es así toda vez que en el servicio de mantenimiento ambas partes asignan recursos. Por ejemplo, en la atención remota, deberá existir *in situ* personal de la firma contratante para atender las necesidades de la contratista. También equipamiento y hasta uso de horas extras. Luego, por ejemplo, la gerencia de producción de la firma contratante deberá solicitar el financiamiento de dichas horas extra y tendrá una capacidad no infinita para ello.

Soluciones técnicas al problema

Resulta lamentablemente contrafáctico, pero éstas son las soluciones posibles:

A. Producir un único gerenciamiento en las dos etapas, la remota y el mantenimiento *in situ*. De ser este gerenciamiento correctamente gobernado y no sesgado a una de las partes, quedará sólo una restricción que podrá permitir el modelado más preciso de la restricción tecnológica. La condición impuesta no es menor y puede ser fácilmente violada si no existe capacitación y concientización claras y precisas de los efectos indeseados que sobrevendría en dicha situación. Una posible distribución de ahorros por mecanismos protocolizados y trazados en su cálculo sería un camino posible que evite la violación de la condición propuesta.

B. Evitar la primera etapa del servicio sustituyendo la etapa remota por un conjunto de controles que realizar por la firma contratista. Esta solución es más bien torpe, ya que resuelve el problema anulándolo. Requiere un *software* de aplicación capaz de resolver problemas técnicos para evitar la atención remota, una *check list* sustituta y un proceso de capacitación producido, dictado y aprobado por la firma contratista.

C. Liberar distinguiendo los precios del servicio de cada etapa y estableciendo un marco competitivo en cada caso. Ello implicaría dos contratos. Si bien esta solución teóricamente es posible, en la práctica no sería en sus efectos muy distinta del planteo general del problema.

Conclusiones

El trabajo pretende ajustar bajo su forma teórica el modelo de cláusulas eficientes en las contrataciones de mantenimiento.

Es de aplicación todo el conocimiento existente en relación con la teoría de contratos, juegos económicos y economía de la información en general, cuestión que permite su exclusión a fin de evidenciar los efectos propios de las cláusulas contractuales.

Se reconoce la multiplicidad de requerimientos y metodologías de mantenimiento que pueden ser de aplicación en cada industria y tecnología, facilitando reducir el análisis sólo a los casos correctivos sin provisión de piezas y de mantenimiento preventivo como forma menos compleja de los métodos predictivos que requieren otras consideraciones que complicarían la matemática asociada al trabajo.

Finalmente, se propone un juego económico en el que una firma pretende contratar el servicio de mantenimiento a otra firma que lo pretende proveer en dos etapas, una inicial remota para discriminar y tratar de resolver el problema y, de no resolverse, una segunda instancia en fábrica.

Se observan un mínimo de restricciones de recursos en cada etapa y de bienes de capital aplicables para la satisfacción del servicio.

Se concluye que un modelo como el supuesto fuerza el sobredimensionado de los inventarios y requiere ser especificado nuevamente, o financiar la ineficiencia emergente. Una nueva especificación requerirá que ambas etapas sean resueltas por el mismo equipo de trabajo, pero existen otras salidas técnicas menos efectivas.

Notas

1. Tecnologías cerradas o de protocolos cerrados hace referencia a formas relacionadas con poder de mercado vertical en el que la adquisición de equipamiento requiere servicios técnicos de la firma proveedora. El lector puede consultar más aclaraciones sobre los problemas de monopolios verticales en Motta (2004).
2. VAN o valor actual neto. EBITDA es la medida de la contribución bruta sin efectos temporales. Más información en Infante (2001).
3. Es decir, ya sea que la selección haya sido por contratación directa o por licitación; nada de ello influye en el problema que se detalla.
4. *Service level agreement* hace referencia a un acuerdo objetivo y trazable sobre el grado de servicio.
5. Para más detalle de las técnicas mencionadas, el lector puede dirigirse a Adler M. et al (2006), Jacobs C. A. (2000) y otros trabajos como Mora Gutierrez A. (2009).
6. Por ejemplo, seteos de programas, interpretación y estimación diagnóstica sobre fallos, *bug Tracker* y otros similares.
7. *Customer relationship management*: administración de atención al cliente.

8. A veces y de forma despectiva se asigna el mote de *cambiapiezas* al personal que trabaja *in situ*, y a los que intervienen de forma remota, *entretenedores*.

9. Entornos restringidos.

10. Cuanto menos n-m componentes nulas del vector $\{X_n\}$.

11. Bajo poder de mercado.

12. Asignación de recursos y pagos bajo formas no cooperativas en las que ambas firmas manifiestan conformidad y alcanzan su mejor estado de ganancias. De requerirse mayor aclaración se podrá consultar Infante (2001) y Gibbons (1993).

13. Único comprador. Para más información, Infante (2001).

14. Jugabilidad hace referencia a la disminución de entropías administrativas que induce el contrato para la libre ejecución del juego económico.

15. Valor no amortizado.

16. Si se utilizó VAN en 1, debe usarse en 2 y por igual plazo. En el caso de medir 1 por ahorro de vida útil deberá utilizarse una medida de utilidad como ser precio menos costo variable. Debe mantenerse la precaución de no reflejar cuantías con dimensiones diferentes.

Bibliografía

- Adler M et al (2006). *Producción & Operaciones*. Macchi.
- Gibbons R (1993). *Un Primer Curso de Teoría de Juegos*. Bosch.
- González Fernández FJ (2007). *Contratación avanzada del mantenimiento*. Díaz de Santos.
- Infante JL (2001). *Economía y Producción*. Nueva Librería.
- Infante JL (2009). Introducción a un Modelado de Cláusulas para Contratos Eficientes. *Contribuciones a la Economía*. Grupo de Investigación Eumednet, Universidad de Málaga, diciembre 2009.
- Infante JL (2010). Aplicación del Modelo de Cláusulas para Contratos Eficientes en Regulación Ambiental. *DELOS*. Vol. 3, Nº 8. Junio 2010.
- Jacobs CA (2000). *Administración de Producción y Operaciones*. Mc Graw Hill.
- Laffont JJ et al (2002). *The Theory of Incentives. The Principal-Agent Model*. Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Mirrlees JA (1997). Information and incentives: The economics of carrots and sticks. *Economic Journal*, 107.
- Mora Gutiérrez A (2009). *Mantenimiento*. AlfaOmega.
- Motta M (2004). *Competition Policy: Theory and Practice*. Cambridge University Press.
- Zorrilla Salgador JP (2006). La Economía de la Información: Una revisión a la teoría económica sobre la información asimétrica. *Contribuciones a la Economía*, octubre 2006. Texto completo en <http://www.eumed.net/ce>

José Luis Infante

jinfante@ing.unlp.edu.ar

Ingeniero hidráulico y magister en Economía. Profesor Titular de la Universidad Nacional de La Plata. Actualmente realiza actividades profesionales de consulta a empresas. Hasta enero de 2010, dirigió el sistema 911 de la Provincia de Buenos Aires (Argentina).