

Estudio de la eficiencia en la gestión de recursos de las empresas constructoras de Castilla y León: propuesta de aplicación del análisis DEA

Flórez López, Raquel
Morala Gómez, Belén
Rodríguez Pérez, Alicia
España

Universidad de León
Departamento de Dirección y Economía de la Empresa
Campus de Vegazana s/n
24071 León (España)
Tel. +34 987 291734
Fax. +34 987 291454
dde{rfl/bmq/arp}@unileon.es

Palabras Clave: Eficiencia, sector construcción, benchmarking, análisis DEA

Tema: La Gestión Económica de las Empresas y las nuevas estrategias competitivas

Recursos Audiovisuales: Ordenador, Cañón láser

Estudio de la eficiencia en la gestión de recursos de las empresas constructoras de Castilla y León: propuesta de aplicación del análisis DEA

Palabras Clave: Eficiencia, sector construcción, benchmarking, análisis DEA

Tema del Trabajo: La Gestión Económica de las Empresas y las nuevas estrategias competitivas

Resumen: El sector de la construcción se presenta como uno de los más dinámicos y que más ha contribuido al crecimiento de la economía española en los últimos años. Sin embargo, a pesar de las buenas expectativas de crecimiento que se prevé para los próximos años, este sector también se enfrenta al problema generalizado de mercados globalizados y entornos competitivos, por lo que se plantea la necesidad de efectuar un control y evaluación de su eficiencia, ya que resulta imprescindible utilizar eficazmente los recursos si se pretende mejorar la rentabilidad. En este sentido, el modelo DEA se plantea como un instrumento de análisis de la eficiencia relativa de las empresas, así como técnica de benchmarking que posibilita la orientación de las políticas internas y los procesos de toma de decisiones de las mismas. Para contrastar la validez de este modelo se realiza su aplicación empírica a las mayores empresas del sector de la construcción de Castilla y León.

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, el sector de la construcción (tanto de viviendas como de obra civil) ha constituido uno de los principales motores de crecimiento de la economía de un país al generar importantes recursos de capital, medios financieros y humanos. Basta examinar los informes sobre coyuntura económica que periódicamente publica el Boletín Económico del Banco de España para comprobar que este sector es uno de los más dinámicos en la economía española, ya se mida a través de su valor añadido bruto (VAB) o de su contribución al crecimiento del PIB. Según la información coyuntural más reciente la inversión en construcción sigue mostrando un tono de relativa fortaleza, dentro de la trayectoria de suave desaceleración en la que se encuentra inscrita desde mediados de 1999 (BANCO DE ESPAÑA, 2003).

Más concretamente, si nos situamos en el año 2002 la actividad constructora ha registrado crecimientos diferenciales positivos en sus grandes cifras con relación al conjunto de la economía. En particular, la inversión en construcción ha experimentado un crecimiento medio del 4,5% frente al 1,4% con que se cifra el de la formación bruta de capital fijo para el conjunto de la economía, variable esta última cuya evolución trimestral ha seguido una tendencia creciente y continua. En el mismo sentido, en dicho periodo el valor añadido se ha incrementado en un 4,9%, cerca de tres puntos adicionales al crecimiento global (SEOPAN, 2003).

Pero no sólo en términos de demanda o de oferta el sector de la construcción ha liderado el proceso de crecimiento económico, su capacidad para generar empleo y el efecto arrastre que tiene sobre el resto de la actividad económica es otra de las características estructurales de este sector que se viene repitiendo desde hace años. En concreto, el mercado laboral del sector de la construcción representa, aproximadamente, el 11,8% del total del empleo generado en la economía española a lo largo del año 2002, pese a que su ritmo de crecimiento se ha minorado, al igual que sucedía con la ocupación total, a medida que transcurría el ejercicio económico. En consecuencia, esta actividad ha generado importantes ganancias de productividad que se cuantifican en un 1,4% como media anual, frente al crecimiento nulo registrado en el conjunto de la economía (SEOPAN, 2003).

Para el año 2003, según el informe elaborado por el Centro de Predicción Económica (CEPREDE) las perspectivas de crecimiento de la economía se mantienen en un 2%, siendo de nuevo el sector de la construcción el que mantendrá las dinámicas más intensas, que se estima sean del orden del 3,8%.

Son varios los factores que explican básicamente el alargamiento del ciclo expansivo de la construcción, entre los que destacan la profunda transformación estructural que está teniendo lugar en el mercado inmobiliario y la importancia de los programas de creación de infraestructura. A pesar del actual contexto de desaceleración económica, la inversión en vivienda mantiene un elevado nivel de actividad. La permanencia de los tipos de interés en niveles históricamente bajos y la caída de las cotizaciones bursátiles explican, en buena medida, el atractivo que mantiene la edificación residencial para los ahorradores. Asimismo, junto al crecimiento más moderado de la vivienda, el sector se verá apoyado por el importante volumen de obra civil en curso lo que permite formular un pronóstico positivo respecto a la evolución del sector en los próximos años.

No obstante, y a pesar de las buenas expectativas destacadas, este sector, integrado tradicionalmente por un tejido empresarial atomizado, se enfrenta, al igual que otros muchos sectores de la economía española, al reto de tener que adaptarse a los requerimientos de un mercado global cada vez más exigente, sobre todo con relación a la calidad del producto final, lo que lleva a la necesidad de introducir mejoras en la gestión empresarial que permitan responder de forma adecuada a esas mayores exigencias, si se quiere mantener la misma línea de crecimiento que en periodos anteriores.

A este respecto, no cabe duda que la implantación de un adecuado sistema de control, permitirá efectuar un seguimiento permanente de la actividad desarrollada,

conociendo las desviaciones que se vayan produciendo sobre las estimaciones realizadas y adoptando en cada momento las decisiones más adecuadas.

Sin embargo, como se indica en el Documento nº 2 de AECA, referente a la Contabilidad de Gestión como instrumento de control, *“para la realización del control es necesario, no sólo la formulación de objetivos y la elaboración de presupuestos, sino también, y especialmente, la evaluación de la actuación y del resultado de cada centro”* (AECA, 1990, p. 52)

Sobre la base de las consideraciones anteriores y dada la importancia destacada del sector de la construcción en el conjunto de la economía española, el objetivo de este trabajo se centra en la evaluación y control de la eficiencia de las entidades del sector de la construcción como instrumento de gestión útil para el análisis de la competencia intraindustrial.

Para ello, se utiliza como metodología básica el modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*), que se viene aplicando con bastante éxito, tanto en el ámbito público como privado, para clasificar y ordenar determinadas entidades en función de su grado de eficiencia. A su vez, la clasificación de las entidades del colectivo analizado, dentro o fuera de las fronteras que marcan aquellas que se han considerado eficientes, permite efectuar, en la etapa siguiente, el control de aquellos factores que ocasionan las ineficiencias y cómo pueden corregirse al compararlos con los de las entidades de referencia, esto es, las mejores de su sector.

Para contrastar la validez del modelo se efectúa, posteriormente, una aplicación empírica a las mayores empresas del sector de la construcción que pertenecen a la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

2. CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

La actividad de construcción presenta características propias que la diferencian notablemente de otras, como podría ser la industria manufacturera. Entre ellas, resultan particularmente destacables las siguientes:

En primer lugar, podemos referirnos al extraordinario aumento que ha experimentado en los últimos años el número de empresas que componen el sector, fenómeno que se ha visto acompañado de una progresiva y sustancial reducción de su tamaño, consecuencia a su vez, del significativo desarrollo de la subcontratación en el sector. Todo ello permite, como conclusión, calificar éste de elevada fragmentación empresarial.

En segundo lugar, y en relación con el producto final, destacan tres características del mismo: su unicidad, inmovilidad, y variedad (Arruñada et al., 1997, p. 506). Por una parte, al elaborarse sobre la base de un proyecto, los productos son únicos, con lo cual no resulta posible estandarizar los procesos productivos a fin de obtener economías de escala, más que para algunas actividades intermedias como serían la prefabricación de vigas, puertas, ventanas, etc.

Por otra parte, puesto que la actividad consiste en levantar una o varias estructuras inmóviles en un lugar, son los recursos productivos los que se desplazan hacia los productos, y no a la inversa, como sucede en el caso de la industria manufacturera (González Díaz, 2002, p.174).

Por último, es necesario apuntar la gran variedad de productos finales derivados de la actividad de construcción (existe, en efecto, una amplia gama, que va desde las pequeñas reparaciones, hasta las grandes infraestructuras), debido tanto al diferente número de actividades tecnológicamente diferentes que componen cada tipo de producción, como a la diversidad de sus características.

Esa diversidad en relación con los productos finales y las actividades intermedias es la responsable de otra de las características de las empresas que operan en el sector, en concreto, de la dificultad que éstas encuentran a la hora de supervisar de forma

directa el proceso productivo (es necesario verificar la actuación de diversos trabajadores especializados en distintos campos) y de equilibrar su capacidad productiva (dada la heterogeneidad tanto en duración como en tamaño del equipo que realiza las actividades intermedias).

Además de lo anterior, el sector que ahora nos ocupa se caracteriza por ser intensivo en trabajo, en especial, en ciertas ramas donde el componente artesanal es importante, como la edificación y el acabado de edificios y obras. Como consecuencia tanto de la intensidad de factor trabajo, que determina que las inversiones en maquinaria sean reducidas, como de las prácticamente nulas exigencias en cuanto a instalaciones, debido a que, como ya explicamos, los centros de trabajo que se construyen suelen coincidir con el propio producto, las necesidades de recursos financieros iniciales son reducidas; tampoco la salida del sector resulta problemática, pues las inversiones realizadas son poco específicas, todo ello favorece la volatilidad o frecuencia de la constitución y disolución de empresas en el sector (González Díaz, 1996, p.38).

Todas las peculiaridades anteriores hacen que sea particularmente importante el que estas empresas se aseguren su buen gobierno o regulación, para así alcanzar los objetivos predeterminados cumpliendo a su vez con los programas establecidos. Esas tareas constituyen, precisamente, el contenido básico de la función de control de las organizaciones, tal y como se define en el Documento nº 3 de AECA (1989, p.15).

Para realizar el mencionado control no sólo es necesaria la formulación de objetivos y la elaboración de presupuestos, sino también, la evaluación de la actuación y del resultado de cada entidad (AECA, 1990, p.52). En este sentido, se hace necesario, en primer lugar, establecer una estimación correcta del valor que las variables clave deben alcanzar para, posteriormente, efectuar el seguimiento periódico de su comportamiento, comparando los datos obtenidos con los correspondientes a ejercicios anteriores, a través del uso de series temporales, así como en relación con los datos de la competencia, aplicando en este caso técnicas del benchmarking (AECA, 2002, p.94). Entre estas últimas puede citarse el DEA, a cuyo estudio y aplicación vamos a dedicar los epígrafes siguientes.

3. LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA: LA TÉCNICA DEA

La evaluación de la eficiencia es un tema que, en los últimos años, ha suscitado un gran interés. Esta circunstancia se debe, fundamentalmente, al hecho de que en entornos competitivos es imprescindible utilizar eficientemente los recursos si se pretende mejorar la rentabilidad.

En el ámbito económico, la eficiencia se concibe como una medida que pone en relación los medios empleados con los fines obtenidos, considerándose una determinada técnica, procedimiento o sistema de producción eficiente cuando para un determinado nivel de inputs es capaz de producir la máxima cantidad de output, o si para alcanzar un determinado output emplea la menor cantidad de inputs (Lovell, 1993).

La primera aproximación cuantitativa al concepto de eficiencia se debe a Farrell (1957), cuyo esquema distingue, como componentes de la eficiencia global, la eficiencia técnica y la asignativa. En este sentido, un determinado proceso de producción es eficiente técnicamente cuando, partiendo de unos inputs determinados y suponiendo una tecnología de producción fija, consigue alcanzar el máximo nivel de output posible. La eficiencia asignativa se logra, por otro lado, cuando conociendo los precios de los inputs y asumiendo que puedan existir cambios en la tecnología de producción, su combinación permite alcanzar un determinado nivel de output con el menor coste.

Es preciso destacar que la eficiencia es un concepto relativo, por lo que para que adquiera verdadero significado, el resultado de una unidad económica debe compararse con un estándar. Por lo tanto, la medida de la eficiencia se desarrolla en dos etapas. En

la primera, se fija una función de referencia estándar o función “frontera”, que indica el máximo nivel de output que puede alcanzarse a partir de las diferentes combinaciones de inputs, y dada una tecnología de producción fija. En la segunda etapa se comparan los resultados obtenidos para cada entidad con la frontera estándar, caracterizándose las desviaciones como comportamientos ineficientes.

La estimación de la función frontera puede realizarse a través de dos tipos básicos de modelos: paramétricos y no paramétricos. La diferencia entre ambos estriba en que los primeros especifican una determinada relación funcional entre los inputs y los outputs, además una determinada tecnología de producción, en tanto que los últimos no imponen ninguna relación funcional ni requieren identificar la tecnología de producción, pues construyen la frontera eficiente a partir de las observaciones de la realidad. Entre estos últimos, el de mayor aceptación, ha sido el DEA o Análisis Envolvente de Datos, desarrollado inicialmente por Charnes et al. (1978, 1981).

Los modelos DEA parten de las cantidades de inputs empleadas y de las de outputs producidos por un conjunto de DMUs (Decision Making Units o Unidades de Toma de Decisiones), para determinar cuales son las mejores prácticas, comparando cada DMU con todas las posibles combinaciones lineales del resto de unidades de la muestra. El conjunto de DMUs eficientes forma la frontera eficiente, midiéndose la eficiencia de cada unidad como distancia a la misma.

Frente a los tradicionales métodos de ratios, que obligan a establecer a priori ponderaciones para los inputs y los outputs cuando se trata de valorar globalmente la actuación, los modelos DEA proporcionan una medida global de eficiencia sin necesidad de fijar a priori los mencionados pesos.

Sobre la metodología DEA existe una abundante literatura que ha conducido a la formulación de diversos modelos (Seiford, 1995), de los que nos referiremos, a continuación, a los más básicos.

El primero de ellos fue el propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes (1978), basado en el modelo de ratios, pero con ponderaciones asignadas a los diferentes inputs y outputs del análisis determinadas por un programa lineal. Matemáticamente, para calcular la eficiencia relativa de una unidad se resuelve el problema dual, que puede escribirse de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta \\ & \text{s.a.:} \\ & \lambda Y - s^+ = y_0 \\ & \lambda X + s^- = \theta X_0 \\ & \lambda, s^+, s^- \geq 0; \theta \text{ libre de signo} \end{aligned}$$

donde:

- X es la matriz de inputs
- Y es la matriz de outputs
- θ es un escalar, multiplica al vector de inputs
- λ es un vector de constantes, multiplica a la matriz de inputs y outputs
- N es el número de unidades.

Como consecuencia de las características generalmente aceptadas para las tecnologías de producción, θ no puede tomar valor negativo, puesto que no pueden obtenerse outputs positivos a partir de un vector de inputs negativo. Por otro lado, puesto que la función objetivo es de minimización, se obtendrá como resultado el valor más pequeño para θ que cumpla las restricciones, es decir, se trata de buscar una combinación lineal de DMUs que consiga un output igual o mayor que la DMU analizada, con un consumo de inputs igual o inferior. Si no existe tal combinación lineal, se obtendrá como resultado la DMU analizada, por lo que θ tomará el valor 1 como máximo, por tanto, $\theta \in (0,1]$. θ proporciona de esta forma, el índice de eficiencia de la unidad analizada. Su

interpretación es el nivel máximo en que podrían reducirse todos los inputs sin cambios en el mix. Es un modelo, por lo tanto, orientado a los inputs.

El dual permite además obtener, en el caso de que existan, las holguras (slacks) o reducciones no radiales en los inputs. Para que una unidad sea considerada técnicamente eficiente en el sentido de Farrell, θ como ya hemos explicado tiene que ser igual a uno y todas las holguras igual a cero. Es necesario señalar que el problema lineal debe resolverse N veces, en cada una de las cuales se obtendrá la eficiencia relativa de una unidad.

Paralelamente, puede plantearse el modelo orientado a los outputs de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \varphi \\ & \text{s.a.:} \\ & \lambda Y - s^+ = \varphi y_0 \\ & \lambda X + s^- = X_0 \\ & \lambda, s^+, s^- \geq 0; \varphi \text{ libre de signo} \end{aligned}$$

También en este caso, el valor de φ no podrá tomar valores negativos, pero al ser la función objetivo de maximización, se obtendrá como resultado el mayor valor de φ que satisfaga las restricciones, que pretenden, en definitiva, encontrar una combinación lineal de DMUs que consiga un output mayor o igual al de la DMU analizada con un consumo de inputs igual o inferior. Si no se puede hallar, se obtendrá como resultado la DMU analizada, por lo que φ tomará el valor 1 como mínimo. Por tanto $\varphi \in [0, \infty)$. Debe interpretarse como el aumento que podría lograrse en todos los outputs sin que se produzcan cambios en el mix.

Los modelos presentados hasta aquí asumían que todas las unidades estaban operando en la escala eficiente con rendimientos a escala constantes (CRS), por lo que su posible ineficiencia se relacionaba exclusivamente con la administración de los recursos (ineficiencia técnica).

Más adelante, Banker et al. (1984) sugieren una extensión del modelo hacia situaciones de rendimientos variables a escala, considerando que diversas circunstancias como la competencia imperfecta, las restricciones en el acceso a fuentes de financiación, etc., pueden provocar que las unidades no operen a escala óptima y modificando el programa lineal de manera que introduzca una restricción de convexidad. Para diferenciarlo del anterior, se le llama modelo de rendimientos variables a escala (VRS), y se expresa de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{s.a.:} \\ & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N1' \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

donde N1 es un vector unitario.

Esta modificación permite descomponer la eficiencia técnica global en dos: la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala. Para ello es preciso resolver los dos modelos, CRS y VRS, con los mismos datos. De esta forma, las puntuaciones de eficiencia técnica obtenidas para las empresas mediante el modelo VRS son siempre iguales o superiores que las obtenidas mediante el CRS, pudiéndose calcular el nivel de la eficiencia de escala mediante el ratio:

$$CRS_{\text{eficiencia técnica}} / VRS_{\text{eficiencia técnica}} = \text{Eficiencia de escala}$$

En este sentido, son muchos los autores que interpretan la relación anterior como sigue: la “*eficiencia técnica a escala constante*” (CRS) puede descomponerse en la “*eficiencia técnica pura*” (VRS) y la “*eficiencia de escala*”.

Por otro lado, si existen diferencias entre las puntuaciones obtenidas a través de VRS y de CRS, cabe cuestionarse la naturaleza de tal ineficiencia de escala, esto es, si la empresa analizada está operando en el área de rendimientos de escala crecientes (IRS) o decrecientes (DRS).

Para determinar esta cuestión, resulta necesario realizar un nuevo análisis DEA en el que se imponga la restricción de rendimientos de escala no crecientes (NIRS). Posteriormente se comparan las puntuaciones obtenidas para los modelos VRS y NIRS, obteniéndose las relaciones:

$$\begin{aligned} \text{Si } VRS_{\text{eficiencia técnica}} &= NIRS_{\text{eficiencia técnica}} \text{ entonces DRS} \\ \text{Si } VRS_{\text{eficiencia técnica}} &\neq NIRS_{\text{eficiencia técnica}} \text{ entonces IRS} \end{aligned}$$

Con carácter general, el análisis de los rendimientos de escala crecientes (IRS) o decrecientes (DRS) se aplica bajo la orientación “*input*”, al depender los resultados obtenidos de la combinación de recursos aplicada y no al revés¹.

En la práctica, la consideración de rendimientos de escala constantes resulta más frecuente que el empleo de rendimientos de escala variables, debido a dos cuestiones principales:

- 1) La hipótesis CRS evita la inclusión en el análisis de elementos externos a la propia gestión de la entidad y que escapan a su control directo.
- 2) La interpretación de las puntuaciones (“*scores*”) obtenidas por el modelo CRS resulta más sencilla que en el caso VRS.

Uno de los principales problemas de la técnica DEA es el hecho de que califica muchas unidades como eficientes, salvo en el caso de que la suma del número de inputs y outputs sea pequeña en relación con el número de observaciones. De hecho, las unidades muy especializadas pueden considerarse eficientes como consecuencia de un único input o output que, por otra parte puede ser de escasa importancia.

Con el fin de solventar en parte este problema, Andersen y Petersen (1993) presentan una extensión del modelo original con una idea básica, a saber, proporcionar más información acerca del funcionamiento de las unidades eficientes. Para ello, comparan la unidad eficiente a evaluar con una combinación lineal del resto de unidades de la muestra. Si la unidad objeto de estudio tuviera capacidad para aumentar su vector de inputs manteniéndose eficiente obtendría, en ese caso, un ratio de eficiencia superior a la unidad, que reflejaría la distancia a la frontera eficiente con esa unidad excluida de la muestra. Con este sistema, se obtendría un ranking de las unidades eficientes similar al ranking de las unidades ineficientes.

La aplicación de cualquier modelo DEA exige la previa y cuidadosa definición de los inputs y los outputs que se emplearán en el análisis, pues son estas las variables que, en última instancia, condicionan la utilidad del modelo resultante. Para su selección, la mayoría de los autores proponen una amplia consulta a las unidades objeto de evaluación, con el fin de obtener un conocimiento adecuado de cómo se forman sus outputs, cuáles son los inputs implicados y cual es el efecto de estos últimos sobre los outputs (Ahn y Seiford, 1990).

Con respecto al número de inputs y outputs a introducir, en principio, parece lógico que deban tenerse en cuenta todos aquellos que los gestores consideren oportunos, si bien esto puede crear problemas de discriminación entre unidades cuando algunas de ellas no puedan conseguir todos ellos. Por otra parte, también es necesario tener en cuenta que una excesiva información puede plantear problemas, siendo

¹ Si bien este proceso puede aplicarse también en el caso de la orientación “*output*”, los resultados obtenidos pueden presentar diferencias.

aconsejable cuando existan muchos inputs y outputs utilizar alguna técnica que permita seleccionar aquellas variables que aporten la información más relevante y homogénea entre las unidades.

Una vez elegidas las variables a considerar en el análisis, el paso siguiente sería identificar claramente cuales de ellas son inputs y cuales outputs, pues especialmente los outputs se prestan a un carácter doble (García Valderrama, 1996, p. 105). A estos efectos se utiliza el análisis de regresión, los paneles expertos, o bien, la elección se realiza por consenso entre los gestores. Evidentemente, todos los medios con los que cuenta una unidad, así como los factores exógenos que recibe deben considerarse como inputs, ya que estos, una vez procesados, darán lugar a los outputs, aunque a diferentes niveles.

Para terminar este apartado vamos a referirnos, aunque sea brevemente, al papel del DEA como instrumento de control de gestión, objetivo que pretende la posterior aplicación. En este sentido, hemos visto como el DEA identifica una serie de unidades de decisión como eficientes, unidades que sirven para que aquéllas calificadas de ineficientes puedan detectar las causas generadoras de la misma, adoptando las medidas correctoras oportunas por lo que se refiere a medios utilizados y a los objetivos planteados.

Además el DEA sirve como instrumento de diagnóstico de las organizaciones, al averiguar el grado de cumplimiento de los objetivos de las unidades, pudiendo por lo tanto, utilizarse con la finalidad de conocer los puntos fuertes y débiles sobre los que se podrá incidir para mejorar la eficiencia, tanto a corto como a largo plazo.

Al objeto de contrastar la capacidad y validez del modelo DEA como instrumento de análisis de la eficiencia relativa de las empresas, así como técnica de *benchmarking* que posibilita la orientación de las políticas internas y los procesos de toma de decisiones de las firmas, se ha realizado un análisis empírico respecto al sector de la construcción en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (España).

4. El sector de la construcción en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: Análisis empírico.

En Castilla y León, se mantiene la tendencia destacada anteriormente a nivel nacional, ya que este sector ha generado en esta Comunidad un VAB del 6,1% del conjunto de todas las Comunidades Autónomas, situándose en quinto lugar, por debajo de Andalucía (16,2%), Madrid (15,1%), Cataluña (14,3%) y Valencia (11%) (SEOPAN, 2003). De esta forma, este sector sigue siendo uno de los impulsores básicos de la expansión de la Región Castellano-Leonesa.

Aunque con un crecimiento más moderado que en años anteriores, la edificación residencial mantiene también en Castilla y León un elevado nivel de actividad. Las favorables condiciones de financiación vigentes y las mejores expectativas de rentabilidad que, en el escenario actual, ofrece la inversión inmobiliaria como alternativa a la adquisición de renta variable, explican, en buena medida, el atractivo que mantiene la construcción residencial para los inversores.

Por otro lado, la fuerte revalorización experimentada por la vivienda ha permitido amortiguar la pérdida de riqueza provocada por la caída bursátil y, aunque ha elevado en términos de renta disponible el esfuerzo de las familias para acceder a la propiedad, ha seguido atrayendo recursos al mercado inmobiliario y ha permitido absorber el elevado volumen de oferta generado.

Asimismo también en nuestra Comunidad Autónoma la actividad constructora se ha visto impulsada de forma importante por la fuerte ejecución de obra pública en curso que mantendrá a lo largo de los próximos años un fuerte ritmo expansivo generando efectos multiplicadores e inducidos muy importantes sobre la economía regional (CAJA ESPAÑA, 2003).

4.1. Contraste empírico

4.1.1. Muestra empírica seleccionada

La selección de la muestra de empresas analizada se ha realizado a partir de la base de datos SABI (*Sistema de Análisis de Balances Ibéricos*), que recoge las Cuentas Anuales de más de 500.000 empresas españolas y más de 100.000 empresas portuguesas.

Puesto que el análisis empírico se ha centrado en el sector de la construcción en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, la población de empresas inicialmente considerada está formada por todas aquellas entidades que satisfacen las siguientes condiciones:

- Han presentado Cuentas Anuales del ejercicio 2001.
- Tienen su sede social en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.
- Ejercen actividades incluidas en el grupo 45 del CNAE' 93²: "Construcción".
- Sus estados contables se encuentran incluidos en la base de datos SABI a 25 de Mayo de 2003.

De esta forma, se obtiene una población inicial compuesta por 2.959 entidades potencialmente analizables.

Ahora bien, como ya hemos destacado al hablar de las características del sector, éste se encuentra muy atomizado, integrando a un gran número de empresas de reducida dimensión que apenas contemplan sistemas de gestión interna. Así, se ha considerado que el análisis DEA no aporta información significativa para estas entidades, por lo que finalmente se ha centrado el estudio en las empresas que presentan un volumen total de activo igual o superior a 10 millones de euros.

Partiendo de este criterio de selección se ha obtenido una muestra inicial de 60 empresas. Sin embargo, al analizar la información contable relativa a estas entidades que nos proporciona la Base SABI, se ha tenido que desechar algunas empresas porque no proporcionan información suficiente sobre el número de empleados (o estos son inferiores a 5), coste de personal, y/o cifra de ventas, variables que para nuestro análisis resultan especialmente importantes. Asimismo, también se han rechazado otras empresas que, a pesar de estar clasificadas con el dígito 45 correspondiente al sector de la construcción según el código CNAE'93, tienen como actividad principal única y exclusivamente la actividad inmobiliaria, o bien actividades no relacionadas con la edificación de construcciones, como por ejemplo, la construcción de parques eólicos, explotación de empresas sanitarias o la instalación y reparación de antenas y porteros automáticos, ya que su inclusión hubiera desvirtuado significativamente los resultados del análisis. En consecuencia, la población definitiva considerada para el estudio se compone de 42 empresas, cuyos datos más característicos se resumen en el Anexo I.

4.1.2. Definición de inputs y outputs

La selección de inputs y outputs constituye una etapa crucial del DEA, al influir de forma directa en los resultados obtenidos.

Si bien existen múltiples propuestas para llevar a cabo tal selección, en el presente trabajo se ha optado por la consideración de ratios contables obtenidos a partir

² El Ministerio de Economía de España en el año 1993 estableció un código de clasificación para todas las empresas por sectores económicos que se conoce como Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE'93).

de las Cuentas Anuales de las empresas, al tratarse de información pública y verificable, elaborada con criterios homogéneos y que refleja la situación real de la entidad en una fecha determinada y conocida (a 31 de Diciembre de 2001, en el caso de la muestra analizada).

Así, si bien hubiera sido deseable contar con información interna de las entidades, especialmente la procedente de estadísticas de costes y resultados, desagregadas por unidades de decisión (departamentos, actividades, etc.), sin embargo estos datos revisten carácter confidencial y no están sometidos a control alguno.

Ante esta situación, se ha optado por aproximar la estrategia productiva de la entidad mediante las siguientes variables:

➤ Inputs:

$$I1 = \frac{\text{Consumos de explotación (existencias y asimilados)}}{\text{Activo total}}$$

$$I2 = \frac{\text{Gastos de personal}}{\text{Activo total}}$$

$$I3 = \frac{\text{Gastos financieros}}{\text{Pasivo exigible}}$$

$$I4 = \frac{\text{Dotación para amortizaciones de inmovilizado}}{\text{Activo total}}$$

$$I5 = \frac{\text{Fondos propios}}{\text{Pasivo total}}$$

$$I6 = \frac{\text{Inmovilizado}}{\text{Activo total}}$$

➤ Outputs:

$$O1 = \text{Rentabilidad económica} = \frac{\text{Beneficio antes de intereses e impuestos}}{\text{Activo total}}$$

$$O2 = \text{Rentabilidad financiera} = \frac{\text{Beneficio antes de impuestos}}{\text{Fondos propios}}$$

El input I5 está relacionado con el I3, al objeto de observar el empleo relativo del factor productivo “capital” (aproximado mediante el ratio I5) y la eficiencia en la negociación del coste de la deuda para la parte no financiada con capital.

El input I6 está relacionado con el I4, porque permite tener información tanto de la inversión en inmovilizado como del consumo de éste.

4.1.3. Modelos aplicados

Para la ejecución de un análisis de eficiencia basado en el modelo DEA resulta preciso determinar tres aspectos fundamentales:

- Modelo básico a considerar:
 - Charnes, Cooper and Rhodes (CCR) o
 - Banker, Charnes and Cooper (BCC).
 - Supereficiencia
- Orientación del modelo DEA:
 - Orientación hacia los inputs
 - Orientación hacia los outputs
 - No orientado
- Selección de parámetros del modelo:

- Distancia (radial, aditiva, media máxima, media mínima)
- “Slacks” (inclusión o no en el cómputo de la puntuación y *benchmarking* de las empresas).
- Tratamiento de valores negativos

En la selección de las opciones más adecuadas respecto al estudio realizado, se ha considerado tanto el objetivo del análisis desarrollado como las características de la muestra analizada, llegando a las siguientes determinaciones:

- Modelo básico a considerar:

La elección del modelo básico a utilizar para la construcción del DEA depende de la asunción de rendimientos de escala constantes o CRS (modelo “Charnes, Cooper and Rhodes”) o de rendimientos de escala variables o VRS (modelo “Banker, Charnes and Cooper”).

Por lo que respecta al análisis realizado respecto al sector de la construcción castellano-leonés, las propias características del sector (existencia de competencia imperfecta, condiciones particulares para la licitación a obra pública, etc.) han aconsejado la asunción de rendimientos de escala variables (VRS).

Asimismo, se ha desarrollado un modelo a escala constante (CRS) al objeto de poder conocer la “eficiencia técnica pura” (VRS) y la “eficiencia de escala” de las empresas (CRS/VRS); además, respecto a este último indicador se ha analizado la presencia de rendimientos de escala crecientes (IRS) o decrecientes (DRS).

Por otro lado, considerando que el ratio³ entre empresas (42 entidades) y variables (8 inputs y outputs) analizadas es de 5.25, existe el riesgo de que un número considerable de observaciones se caractericen como eficientes, por lo que se ha aplicado la variante de *supereficiencia* propuesta por Andersen y Petersen (1993).

Este ajuste, como ya explicamos anteriormente, permite determinar la eficiencia relativa de las empresas consideradas como referentes, permitiendo establecer un ranking de entidades según su eficiencia.

Asimismo, otro criterio habitualmente empleado en la cuantificación de la eficiencia de las unidades utilizadas como referentes es la frecuencia con la que éstas aparecen como modelo para el resto de entidades ineficientes (Pedraja y Salinas, 1995, p. 175), pudiéndose considerar adicionalmente la media de los dos índices previos (García-Zorita et al., 2002).

Por último, en este trabajo se propone un nuevo índice para las empresas eficientes que, partiendo de la propuesta de Pedraja y Salinas (1995), considere adicionalmente la intensidad con la que las entidades son aplicadas como modelo, información ésta que viene suministrada por las “lambdas” λ_i del análisis, tal que:

$$\text{Eficiencia}_{\text{Empresa}(j)} = \frac{\sum_{i=1}^M \lambda_i}{M},$$

siendo j una empresa eficiente ($j=1, \dots, J$) y siendo M el total de empresas ineficientes ($M=N-J$). Esta alternativa, que se ha denominado “*modelo ponderado*” puede combinarse a su vez con el índice de “supereficiencia” de Andersen y Petersen (1993).

- Orientación del modelo.

La decisión acerca de la orientación del modelo depende fundamentalmente del objetivo del estudio a realizar.

³ Para garantizar la validez del análisis DEA dicho ratio debe tomar al menos el valor 3 (VARGAS SÁNCHEZ, 1999).

En este sentido, si el propósito del análisis se centra en estudiar la eficiencia de la empresa en la consecución de outputs a partir de unos inputs determinados (eficiencia en la gestión de los recursos disponibles), debe seleccionarse la orientación “*outputs*”, de forma que los resultados del DEA informarán del incremento que debe conseguir la empresa en los resultados generados para ser eficiente.

Por el contrario, si se busca analizar la capacidad de la empresa para minimizar el empleo de recursos considerando un determinado nivel de outputs (economía en el empleo de recursos), debe seleccionarse la orientación “*inputs*”, tal que los resultados del DEA informa del decremento que debe conseguir la empresa en su consumo relativo de recursos para ser eficiente.

Finalmente, el modelo no orientado cuantifica las mejoras necesarias cuando resulta posible mejorar simultáneamente el nivel de *inputs* y de *outputs*.

Cabe destacar que, en el caso de rendimientos de escala constantes, la orientación elegida no influye en el nivel de eficiencia relativa de cada entidad ni en el ranking final de empresas, pero sí lo hace en presencia de rendimientos de escala variables.

En el estudio planteado resulta de interés tanto la orientación “input” como la orientación “output”, al proporcionar ambas alternativas información valiosa para la gestión de las empresas constructoras (administración de recursos y capacidad de generar rentabilidad), por lo que se han desarrollado ambas alternativas.

Ahora bien, puesto que el objetivo principal de la gestión interna de la empresa consiste en maximizar los outputs obtenidos a partir de un determinado conjunto de inputs, y considerando que no todos los recursos de la empresa pueden modificarse a corto plazo (así, por ejemplo, el consumo relativo de materiales y mano de obra puede estar condicionado por las características técnicas del inmovilizado utilizado y por la propia cultura organizativa, las decisiones sobre la intensidad de los recursos propios se mantienen habitualmente a largo plazo, etc.), las estrategias de “*benchmarking*” a adoptar deberían considerar fundamentalmente los resultados obtenidos con la orientación “*output*”, esto es, cuál sería el nivel de resultados que debiera obtener la empresa a partir de una combinación de inputs similar a la actual, gestionada de forma eficiente.

- **Selección de parámetros del modelo.**

Una vez establecido el modelo a desarrollar deben especificarse los parámetros técnicos del análisis DEA:

Por lo que respecta a la medida de distancia, se ha considerado la “distancia radial”, típica de los modelos CCR y BCC, que indica las mejoras necesarias para cada empresa cuando todos los factores relevantes se ven afectados por el mismo factor de forma equiproporcional. Esta medida de distancia facilita la interpretación de los resultados, especialmente cuando se consideran variables relacionadas con costes y beneficios (SCHEEL, 2000, p. 8).

En cuanto al empleo de “*slacks*”, su inclusión en el modelo se considera necesaria si se desea calcular la eficiencia relativa real de cada entidad, en base al desempeño de sus competidoras. La no consideración de “*slacks*” mejora artificialmente las puntuaciones de las entidades analizadas, pero no permite calcular situaciones de “*benchmarking*” óptimas, esto es, las empresas no se comparan directamente con las entidades más eficientes, sino que se les proporciona una estimación “suavizada” de las mejoras a emprender.

Como contrapartida, si en el análisis DEA existen entidades que presentan niveles de eficiencia extremadamente altos (debido generalmente a la posesión de recursos exclusivos o a la presencia de operaciones de carácter extraordinario), la consideración de “*slacks*” lleva a la obtención de “*benchmarkings*” inadecuados, al resultar inalcanzables por parte del resto de entidades (que no disponen de las oportunidades de las primeras).

Ante tal situación, en este trabajo se plantea la consideración de ambas alternativas en un proceso en dos etapas, pudiéndose interpretar los resultados obtenidos como sigue:

- *Etapa 1.* Las mejoras propuestas mediante la *no inclusión* de “slacks” representan la política inmediata que debe acometer la empresa para ser eficiente respecto al conjunto de sus competidoras.
- *Etapa 2.* Las mejoras propuestas mediante la *inclusión* de “slacks” representan la política que debe aplicar la gestión de la entidad para competir con las empresas más agresivas de su entorno estratégico. Este segundo paso sólo debería acometerse cuando la empresa haya optimizado sus recursos disponibles (etapa previa), y siempre que se hayan identificado las fuentes que generan las rentabilidades extremas de los líderes del sector, así como el posible acceso a las mismas.

A nivel operativo, el cálculo de “slacks” ha supuesto la aplicación de un modelo DEA multietapas similar al definido por Coelli (1997).

Por último, es preciso señalar que el análisis DEA parte de la asunción general del empleo de valores positivos en las variables. En el caso analizado, se observan valores negativos para los dos outputs definidos, que se han tratado mediante la aplicación de la translación propuesta por Ali y Seiford (1961) y Pastor (1996), que genera resultados invariantes cuando se aplica a los outputs de modelos tipo BCC (Bowlín, 1998).

4.2. Resultados obtenidos

Como se ha comentado previamente, el análisis DEA realizado contempla una doble orientación: hacia los *inputs* (decrementos esperados en el consumo de inputs a partir de un nivel de outputs similar al actual) y hacia los *outputs* (incrementos actual).

La Tabla 1 resume los resultados obtenidos para cada orientación, resaltándose en negrita las empresas eficientes (en paréntesis el valor calculado de “supereficiencia”). Se incluyen los resultados generados por el análisis DEA para el modelo de rendimientos de escala constantes (CRS) y variables (VRS), calculándose la eficiencia de escala como cociente entre ambos y señalándose, en su caso, la presencia de rendimientos de escala crecientes (IRS) o decrecientes (DRS).

Asimismo, la columna “*benchmarking*” informa del número de veces que las empresas eficientes sirven de modelo para las ineficientes (en negrita) así como las entidades que sirven de referencia a las firmas que no actúan de forma óptima (incluyendo las “lambdas” entre paréntesis).

Por otro lado, la Tabla 2 resume los rankings obtenidos para las empresas integrantes de la muestra, considerando los distintos modelos presentados previamente.

Tabla 1. Resultados del análisis de eficiencia

	Orientación "inputs"						Orientación "outputs"																				
	Puntuaciones (scores)			Eficiencia			Benchmarking			Puntuaciones (scores)			Eficiencia			Benchmarking											
	VRS	CRS	%	VRS	CRS	Escala	Tipo	VRS	CRS	Escala	VRS	CRS	Escala	VRS	CRS	Escala	VRS	CRS	Escala								
1	100,00%	100,00%	(111,68 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	1	100,00%	100,00%	100,00%	4 (0,22) 13 (0,03) 15 (0,35) 24 (0,12) 33 (0,22) 35 (0,05)			
2	82,41%	79,36%		82,41%	79,36%	96,30%	IRS	82,41%	79,36%	96,30%	4 (0,17) 13 (0,02) 15 (0,45) 24 (0,13) 33 (0,22)	124,47%	126,00%	80,34%	79,37%	98,79%	124,47%	126,00%	80,34%	79,37%	98,79%	124,47%	126,00%	80,34%	79,37%	98,79%	4 (0,22) 13 (0,03) 15 (0,35) 24 (0,12) 33 (0,22) 35 (0,05)
3	84,77%	82,71%		84,77%	82,71%	97,57%	IRS	84,77%	82,71%	97,57%	9 (0,62) 11 (0,13) 15 (0,10) 24 (0,03) 35 (0,12)	118,58%	120,91%	84,33%	82,71%	98,07%	118,58%	120,91%	84,33%	82,71%	98,07%	118,58%	120,91%	84,33%	82,71%	98,07%	1 (0,10) 9 (0,51) 11 (0,18) 14 (0,03) 16 (0,00) 35 (0,18)
4	100,00%	100,00%	(141,53 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	6	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	9 (0,04) 15 (0,55) 16 (0,02) 24 (0,00) 27 (0,38)
5	98,94%	68,82%		98,94%	68,82%	69,56%	IRS	98,94%	68,82%	69,56%	9 (0,04) 15 (0,56) 16 (0,01) 27 (0,38) 39 (0,00)	102,23%	145,31%	97,82%	68,82%	70,35%	102,23%	145,31%	97,82%	68,82%	70,35%	102,23%	145,31%	97,82%	68,82%	70,35%	9 (0,04) 15 (0,55) 16 (0,02) 24 (0,00) 27 (0,38)
6	100,00%	100,00%	(120,49 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	1 (0,10) 9 (0,51) 11 (0,18) 14 (0,03) 16 (0,00) 35 (0,18)
7	90,43%	86,73%		90,43%	86,73%	95,91%	DRS	90,43%	86,73%	95,91%	13 (0,26) 16 (0,06) 33 (0,66) 35 (0,02) 1 (0,01) 4 (0,09) 9 (0,46) 14 (0,12) 24 (0,13) 33 (0,08) 35 (0,11)	107,55%	115,31%	92,98%	86,72%	93,27%	107,55%	115,31%	92,98%	86,72%	93,27%	107,55%	115,31%	92,98%	86,72%	93,27%	13 (0,23) 16 (0,05) 33 (0,54) 35 (0,18) 4 (0,11) 9 (0,49) 14 (0,12) 24 (0,09) 33 (0,04) 35 (0,15)
8	96,51%	96,40%		96,51%	96,40%	99,89%	IRS	96,51%	96,40%	99,89%	10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	10	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	9 (0,43) 11 (0,15) 16 (0,01) 24 (0,23) 27 (0,15) 34 (0,03)
9	100,00%	100,00%	(290,80 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
10	92,57%	55,19%		92,57%	55,19%	59,62%	IRS	92,57%	55,19%	59,62%	9 (0,34) 27 (0,54) 41 (0,12)	169,91%	181,18%	58,85%	55,19%	93,78%	169,91%	181,18%	58,85%	55,19%	93,78%	169,91%	181,18%	58,85%	55,19%	93,78%	9 (0,43) 11 (0,15) 16 (0,01) 24 (0,23) 27 (0,15) 34 (0,03)
11	100,00%	100,00%	(258,66 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
12	84,65%	81,51%		84,65%	81,51%	96,29%	IRS	84,65%	81,51%	96,29%	13 (0,50) 27 (0,13) 34 (0,05) 39 (0,31)	122,53%	122,68%	81,61%	81,51%	99,88%	122,53%	122,68%	81,61%	81,51%	99,88%	122,53%	122,68%	81,61%	81,51%	99,88%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
13	100,00%	100,00%	(396,43 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	14	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
14	100,00%	100,00%	(828,14 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	5	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
15	100,00%	100,00%	(166,75 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
16	100,00%	100,00%	(161,99 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	2	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
17	100,00%	100,00%	(130,95 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	100,00%	100,00%	100,00%	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	4	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	11 (0,01) 13 (0,65) 24 (0,03) 35 (0,03) 39 (0,28)
18	79,59%	77,43%		79,59%	77,43%	97,29%	IRS	79,59%	77,43%	97,29%	4 (0,09) 9 (0,26) 14 (0,15) 15 (0,13) 24 (0,08) 33 (0,28)	129,11%	129,15%	77,45%	77,43%	99,97%	129,11%	129,15%	77,45%	77,43%	99,97%	129,11%	129,15%	77,45%	77,43%	99,97%	4 (0,22) 9 (0,45) 11 (0,02) 15 (0,08) 16 (0,01) 24 (0,06) 33 (0,15)

19	72,58%	68,26%	72,58%	68,26%	94,05%	IRS	9 (0,28) 11 (0,10) 13 (0,03) 27 (0,00) 33 (0,10) 35 (0,28) 39 (0,21)	146,32%	146,50%	68,34%	68,26%	99,88%	9 (0,03) 11 (0,11) 13 (0,08) 16 (0,03) 30 (0,02) 33 (0,12) 35 (0,47) 39 (0,15)
20	91,26%	89,05%	91,26%	89,05%	97,58%	IRS	9 (0,27) 13 (0,51) 14 (0,08) 15 (0,00) 17 (0,03) 24 (0,11)	110,72%	112,30%	90,32%	89,05%	98,59%	9 (0,17) 13 (0,57) 14 (0,08) 15 (0,01) 17 (0,03) 24 (0,14)
21	94,12%	93,46%	94,12%	93,46%	99,30%	IRS	13 (0,50) 24 (0,12) 35 (0,03) 39 (0,35)	106,50%	107,00%	93,90%	93,46%	99,53%	13 (0,55) 24 (0,09) 35 (0,05) 39 (0,31)
22	100,00% (106,45 %)	100,00% (105,14 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	2	100,00% (94,56%)	100,00% (95,11%)	100,00%	100,00%	100,00%	
23	100,00% (338,85 %)	100,00% (302,49 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	0	100,00% (33,06%)	100,00% (33,06%)	100,00%	100,00%	100,00%	

24	100,00% (2398,3 %)	100,00% (625,95 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	11	100,00% (15,98%)	100,00% (15,98%)	100,00%	100,00%	100,00%	
25	91,26%	90,31%	91,26%	90,31%	98,96%	DRS	4 (0,20) 6 (0,17) 13 (0,31) 22 (0,13) 24 (0,18)	108,78%	110,72%	91,93%	90,32%	98,25%	4 (0,42) 6 (0,11) 13 (0,31) 22 (0,11) 24 (0,04)
26	69,43%	59,30%	69,43%	59,30%	85,41%	IRS	9 (0,29) 13 (0,01) 15 (0,27) 17 (0,02) 32 (0,08) 33 (0,19) 35 (0,13)	163,62%	168,62%	61,12%	59,30%	97,03%	13 (0,08) 15 (0,28) 17 (0,02) 30 (0,32) 35 (0,29)
27	100,00% (141,13 %)	94,87%	100,00%	94,87%	94,87%	IRS	5	100,00% (máximo)	105,41%	100,00%	94,87%	94,87%	
28	100,00% (124,95 %)	68,45%	100,00%	68,45%	68,45%	IRS	0	100,00% (máximo)	146,08%	100,00%	68,46%	68,46%	
29	99,79%	97,57%	99,79%	97,57%	97,78%	IRS	6 (0,30) 24 (0,20) 27 (0,11) 34 (0,01) 39 (0,38)	100,36%	102,49%	99,64%	97,57%	97,92%	6 (0,31) 24 (0,20) 27 (0,11) 34 (0,01) 39 (0,38)
30	100,00% (máxim o)	100,00% (máxim o)	100,00%	100,00%	100,00%	-	0	100,00% (máximo)	100,00% (0,00%)	100,00%	100,00%	100,00%	
31	97,11%	94,24%	97,11%	94,24%	97,04%	DRS	13 (0,05) 22 (0,09) 24 (0,50) 33 (0,25) 35 (0,12)	102,53%	106,12%	97,53%	94,23%	96,62%	13 (0,06) 22 (0,09) 24 (0,50) 33 (0,23) 35 (0,13)
32	100,00% (114,42 %)	100,00% (110,61 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	2	100,00% (84,83%)	100,00% (90,41%)	100,00%	100,00%	100,00%	
33	100,00% (548,67 %)	100,00% (482,08 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	10	100,00% (máximo)	100,00% (20,74%)	100,00%	100,00%	100,00%	
34	100,00% (225,47 %)	100,00% (165,75 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	2	100,00% (máximo)	100,00% (60,33%)	100,00%	100,00%	100,00%	
35	100,00% (máxim o)	100,00% (164,16 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	9	100,00% (59,03%)	100,00% (60,92%)	100,00%	100,00%	100,00%	
36	92,78%	85,89%	92,78%	85,89%	92,57%	DRS	4 (0,08) 13 (0,22) 14 (0,70)	104,56%	116,42%	95,64%	85,90%	89,81%	4 (0,09) 13 (0,25) 14 (0,67)
37	83,86%	78,67%	83,86%	78,67%	93,81%	DRS	13 (0,38) 33 (0,32) 35 (0,31)	115,16%	127,12%	86,84%	78,67%	90,59%	13 (0,35) 33 (0,01) 35 (0,64)
38	85,17%	85,11%	85,17%	85,11%	99,93%	IRS	13 (0,44) 17 (0,01) 32 (0,00) 33 (0,04) 35 (0,48) 39 (0,03)	114,45%	117,50%	87,37%	85,11%	97,40%	13 (0,57) 35 (0,43)
39	100,00% (290,59 %)	100,00% (215,24 %)	100,00%	100,00%	100,00%	-	6	100,00% (máximo)	100,00% (46,46%)	100,00%	100,00%	100,00%	
40	90,10%	88,71%	90,10%	88,71%	98,46%	IRS	4 (0,21) 9 (0,21) 13 (0,24) 15 (0,01) 24 (0,18) 33 (0,15)	112,33%	112,73%	89,02%	88,71%	99,65%	4 (0,26) 11 (0,01) 13 (0,28) 15 (0,07) 24 (0,21) 33 (0,17) 35 (0,00)
41	100,00%	74,68%	100,00%	74,68%	74,68%	IRS	1	100,00%	133,90%	100,00%	74,68%	74,68%	

Tabla 2. Ranking de entidades

	ORIENTACIÓN INPUTS						ORIENTACIÓN OUTPUTS					
	Modelo no ponderado			Modelo ponderado			Modelo no ponderado			Modelo ponderado		
	Superrefic.	Nº referenc.	Media	Superref.	Lambda	Media	Superrefic.	Nº referenc.	Media	Superref.	Lambda	Media
1	13	13 (14)	13	13	13	13	9	13 (14)	24	9	13	9
2	16	24 (11)	35	16	9	35	11	24 (12)	33	9	24	24
3	30	9 (10)	16	33	33	16	14	35 (12)	9	14	35	33
4	35	33 (10)	30	35	24	30	15	33 (6)	16	15	24	15
5	24	35 (9)	24	24	15	24	16	9 (7)	11	16	33	39
6	14	15 (8)	33	14	35	14	23	16 (7)	15	23	15	14
7	33	4 (6)	14	33	39	33	24	4 (6)	14	24	4	27
8	15	39 (6)	9	15	27	15	27	11 (6)	39	27	39	11
9	23	14 (5)	15	23	14	23	28	15 (6)	27	28	14	30
10	9	27 (5)	39	9	4	9	30	14 (4)	30	30	27	16
11	39	17 (4)	4	39	6	39	33	39 (4)	34	33	11	34
12	11	6 (2)	27	11	11	11	34	27 (3)	23	34	6	23
13	34	11 (2)	17	34	22	4	39	6 (2)	28	39	30	28
14	4	16 (2)	11	4	17	34	41	17 (2)	41	41	22	41
15	1	22 (2)	34	1	41	27	13	22 (2)	13	13	16	13
16	27	32 (2)	23	27	32	1	35	30 (2)	35	35	1	35
17	6	34 (2)	6	6	16	6	4	34 (2)	4	4	17	4
18	17	1 (1)	32	17	34	17	1	1 (1)	17	1	34	1
19	41	41 (1)	22	41	1	41	17	23 (0)	6	17	23	6
20	28	23 (0)	1	28	23	28	6	28 (0)	22	6	28	17
21	32	28 (0)	41	32	28	32	32	32 (0)	1	32	32	32
22	22	30 (0)	28	22	30	22	22	41 (0)	32	22	41	22
23	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
25	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
26	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
27	21	21	21	21	21	21	36	36	36	36	36	36
28	36	36	36	36	36	36	21	21	21	21	21	21
29	10	10	10	10	10	10	7	7	7	7	7	7
30	20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25
31	25	25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20
32	7	7	7	7	7	7	40	40	40	40	40	40
33	40	40	40	40	40	40	38	38	38	38	38	38
34	38	38	38	38	38	38	37	37	37	37	37	37
35	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
36	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
37	37	37	37	37	37	37	2	2	2	2	2	2
38	2	2	2	2	2	2	18	18	18	18	18	18
39	18	18	18	18	18	18	42	42	42	42	42	42
40	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
41	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
42	42	42	42	42	42	42	10	10	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia. EMS® software.

Como puede observarse, el análisis DEA identifica 22 empresas eficientes y 20 entidades ineficientes en ambas orientaciones (“input” y “output”), obteniéndose ligeras diferencias respecto a las puntuaciones, “benchmarking” y rankings obtenidos, que pasan a comentarse a continuación.

- Orientación input

Los resultados medios obtenidos con la orientación “input” muestran una eficiencia técnica pura del orden del 93,96%, así como una eficiencia de escala del 95,34%. De esta forma, la eficiencia final de las entidades (considerando rendimientos de escala constantes) se sitúa en el 89,64%, resultado que puede considerarse muy positivo para el conjunto de entidades.

Por otro lado, se observa la presencia mayoritaria de rendimientos de escala crecientes, lo que lleva a sugerir un mayor consumo de recursos por parte de las empresas al objeto de optimizar sus resultados.

Por lo que respecta a los rankings obtenidos, existen ligeras diferencias respecto a las entidades eficientes, consecuencia de los distintos modelos implementados.

No obstante lo anterior, los primeros puestos resultan muy similares para las distintas alternativas; así, la empresa nº 13 desarrolla la estrategia óptima de todas las analizadas, presentando valores máximos en todos los modelos. Cabe destacar que esta entidad obtiene rentabilidades muy elevadas en el ámbito económico (12,0%) y, especialmente, en el financiero (135,6%), partiendo de unos consumos medio-altos de materias primas (84,0%) y mano de obra (20,4%), asumiendo un coste financiero muy reducido (0,2%) y un consumo medio de inmovilizado (2,1%); asimismo, cabe destacar una reducida intensidad del recurso “capital” (8,7%) y una inversión media en inmovilizado (15,4%). De esta forma, la estrategia de la entidad parece orientada a la máxima utilización de su capacidad disponible (los consumos de inputs respecto al activo de la entidad son muy elevados), utilizando las fuentes de financiación ajenas para conseguir un claro efecto de apalancamiento financiero.

Asimismo, la entidad número 35 presenta un ranking muy elevado en la mayoría de los modelos, tratándose de una firma que, a partir de un consumo reducido de materias primas (29,66%) y mano de obra (4,8%), así como de un bajo consumo de inmovilizado (0,3%) y un elevado coste financiero (4,5%), es capaz de obtener una rentabilidad económica máxima (24,5%) y una rentabilidad financiera muy significativa (52,3%). La intensidad de la autofinanciación es media-alta (42,0%) así como la inversión en inmovilizado (19,3%). Así, la estrategia de la entidad se orienta hacia operaciones de elevado valor añadido tal que, si bien necesita de una capacidad instalada mínima, una vez alcanzada ésta, la estrategia de la empresa no se centra en maximizar su uso sino en utilizar tal base para la ejecución de operaciones de elevado valor añadido.

Por último, la entidad número 16 presenta unos consumos mínimos de materias primas y mano de obra (del orden del 2% respecto a su activo), un coste financiero medio-alto (4,2%) y un consumo de inmovilizado reducido (0,3%). El ratio de fondos propios es muy elevado (62,6%) así como la inversión en inmovilizado (62,6%), si bien la mayor parte de los activos fijos presentan carácter financiero, obteniendo una elevada rentabilidad económica (18,5%) y una rentabilidad financiera media-alta (22,5%). Este tipo de estrategia corresponde a una entidad que ha apostado claramente por la subcontratación (“outsourcing”) y/o que centra la mayor parte de su negocio en la prestación de servicios (en lugar de la actividad productiva tradicional de la construcción). Este tipo de situación es típica de las entidades promotoras que, vinculadas a una entidad constructora tradicional, focalizan su actividad en la venta de viviendas, trasladando los consumos operativos hacia la segunda empresa.

- Orientación output

Los resultados obtenidos mediante la orientación “output” difieren ligeramente de los anteriores, observándose una menor eficiencia técnica pura (93,05%) acompañada de una mayor eficiencia de escala (96,34%), tal que la eficiencia técnica final (a escala constante) es idéntica a la anterior (89,64%).

Por lo que respecta a los distintos rankings obtenidos, las diferencias son mayores que en la orientación "input", especialmente por lo que respecta a las entidades con mayor puntuación. Asimismo, se observan diferencias entre las empresas eficientes para los modelos "input" y "output", destacando para este último dos entidades fundamentales: nº 9 y nº 24 (no necesariamente en este orden).

La entidad nº 9 presenta consumos reducidos de materias (15,5%) y mano de obra (2,9%), así como bajos nivel de costes financieros (1,1%) y amortización (0,2%). La intensidad de la autofinanciación es reducida (4,7%) así como la inversión en inmovilizado (3,6%), la mayoría de carácter material). Con estos recursos, la entidad obtiene una rentabilidad económica media (4,7%) así como una rentabilidad financiera muy elevada (77,1%). La estrategia de esta empresa parece estar orientada de nuevo hacia el "outsourcing", si bien con una orientación distinta a la firma nº 16; la reducida inversión en inmovilizado podría informar de la presencia de negocios específicos o incluso de una unión temporal de empresas que, sobre la base de los recursos de las matrices, se haya creado para la ejecución de obras muy concretas.

Por su parte, la empresa nº 24 se caracteriza por un consumo medio-alto de materias primas (50,8%) pero un reducido coste de personal (1,9%), con un bajo coste financiero (1,5%) y una mínima amortización (0,1%). Cabe destacar asimismo una intensidad media de fondos propios (29,6%) y una inversión en inmovilizado mínima (0,3%), con una proporción significativa de inmovilizado inmaterial (superior al 20% respecto al total). La rentabilidad económica de la firma es elevada (12,3%) así como la rentabilidad financiera (45,3%). Ante esta situación, cabe plantearse la presencia de una empresa que recurre habitualmente a la subcontratación de personal (probablemente a través de empresas de trabajo temporal o similares) y de equipos (operaciones de arrendamiento, fundamentalmente); por otro lado, la elevada presencia del inmovilizado inmaterial podría informar de la existencia de operaciones de arrendamiento financiero respecto a los equipos empleados. En conclusión, se trata de una empresa que ha adoptado una estrategia de minimización de sus costes fijos, transformando la mayoría de éstos en variables, lo que le ha permitido conseguir un umbral de rentabilidad muy bajo, optimizando de esta forma sus resultados.

Una vez analizadas las entidades más eficientes resulta de interés comentar los comportamientos observados respecto a las firmas ineficientes. Asimismo, deben considerarse las estrategias de "benchmarking" a aplicar, particularmente por lo que respecta a la orientación "output", distinguiendo entre la política a implementar a corto plazo (no inclusión de "slacks") y la estrategia supereficiente (inclusión de "slacks").

La empresa nº 42 obtiene en todos los casos el peor resultado, caracterizándose por un consumo muy elevado de materias primas (95,4%) y mano de obra (20,7%), un coste financiero medio-bajo (1,9%) y un elevado consumo de inmovilizado (4,4%). La intensidad de capital es media (14,7%), presentando una elevada inversión en inmovilizado (29,4%). Como puede observarse, la combinación de recursos de esta entidad se aproxima a la de la empresa nº 13, si bien con ratios patrimoniales más elevados y rentabilidades significativamente más reducidas (5,7% y 27,7%). Ante esta situación, el DEA establece como objetivos inmediatos el incremento de su rentabilidad económica en un 150% (hasta alcanzar el 7,6%), y la obtención de una rentabilidad financiera del orden del 38,7%. Ahora bien, si se considera la actuación de las empresas más agresivas, la rentabilidad económica debería incrementarse hasta el 12,1% y la rentabilidad financiera debería alcanzar el 134,5%, previa reducción de todos los inputs (especialmente de materias primas, intensidad de fondos propios y ratio de inmovilizado).

Otra entidad que presenta una clara situación de ineficiencia es la nº 26, con un consumo reducido de materias primas (18,4%) y mano de obra (6,0%), un coste financiero elevado (3,7%) y una tasa de amortización media (0,9%). La intensidad de la autofinanciación es media (15,2%) así como la inversión en inmovilizado (26,8%). A partir de tales recursos, la empresa obtiene cifras muy discretas de rentabilidad económica (4,8%) y financiera (10,8%), por lo que el análisis de benchmarking sugiere en primer término la mejora significativa de ambas variables (8,1% y 23,9%, respectivamente).

Estas cifras deberían incrementarse también a largo plazo, si se considera la estrategia de las entidades más agresivas (10,3% y 40,0%, respectivamente). Esta entidad se aproxima, entre otras, a la estrategia desarrollada por la empresa nº 35, tal como indican las lambdas relacionadas con esta firma.

Por último, cabe destacar la situación de la firma nº 19, con una situación muy similar a la de la entidad anterior, que precisa incrementar significativamente sus resultados económicos (del 9,7% al 14,5%) y financieros (del 26,7% al 44,4%).

5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados anteriores pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- Las grandes empresas constructoras de Castilla y León alcanzan un nivel de eficiencia elevado en el desarrollo de sus actividades, observándose estrategias diferenciadas que responden a distintas políticas de producción y venta.
- El análisis DEA ha demostrado ser una técnica útil y adecuada para la gestión estratégica de los recursos y productos de las empresas constructoras de Castilla y León.
- La consideración de variables económico-financieras y, particularmente, de ratios de costes y rentabilidades, permite caracterizar adecuadamente la estrategia de las empresas analizadas.
- Las propuestas de “benchmarking” desarrolladas permiten orientar la gestión interna de las entidades, identificando los puntos fuertes y débiles de éstas.
- El análisis de rendimientos de escala constantes y variables completa la información sobre las ineficiencias relativas de la firma, separando los problemas derivados de la gestión técnica de los vinculados a variables de escala.
- El desarrollo de un modelo de “benchmarking” en dos fases (sin y con “slacks”) facilita la implementación de políticas de mejora en las firmas, permitiendo acometer a corto plazo las actuaciones más urgentes y dejando para el largo plazo los cambios más agresivos.
- La consideración de la orientación “input” y “output” permite analizar el desempeño de la firma desde dos enfoques diferenciados: minimización del consumo de recursos y maximización de los outputs generados. De esta forma, se proporciona información útil a un grupo de usuarios más variado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AHN, T. y SEIFORD, L. (1990): “Sensitivity of DEA to Models and Variable Sets in a Hypothesis Test Setting: the Efficiency of University Operations”, en IJIRI, Y. (Edit)(1993): “Creative and Innovative Approaches to the Science of Management”. Greenwood Publishing Group.
- ANDERSEN, P. y PETERSEN, N.C. (1993): “A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis”. *Management Science*, vol. 39, nº 10, pp.1261-1264.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AECA) (1989): “La Función de Control en las Organizaciones”. Documento nº 3. Serie Principios de Organización de Sistemas.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AECA) (1990): “La Contabilidad de Gestión como Instrumento de Control”. Documento nº 2. Serie Principios de Contabilidad de Gestión.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AECA) (2002): “La Contabilidad de Gestión en las Empresas Constructoras”. Documentos nº 25. Serie Contabilidad de Gestión.

- ASOCIACIÓN DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE ÁMBITO NACIONAL (SEOPAN). Dirección de Gestión Exterior Departamento de Economía (2003): "Informe trimestral sobre el sector de la construcción", marzo, pp. 1-13.
- BANCO DE ESPAÑA (2003): "Informe Trimestral de la Economía Española". *Boletín Económico*, abril, pp. 9-47.
- BANKER, R.D.; CHARNES, A. y COOPER, W.W. (1984): "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, vol. 30, nº 9, pp. 1078-1092.
- BOWLIN, W.F. (1998): "Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)". *Journal of Cost Analysis*, otoño, pp. 3-27.
- CAJA ESPAÑA. Servicio de Estudios(2003) [En línea]: "Información Económica. Informes de Coyuntura. Castilla y León". http://cajaespana.es/inf_informe_sem_castilla.htm. [Consulta:12/05/03].
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. y RHODES, E. (1978): "Measuring the efficiency of decision making units". *European Journal of Operational Research*, vol. 2, nº 6, pp. 429-444.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. Y RHODES, E. (1981): "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of DEA to Program Follow Through". *Management Science*, vol. 27, nº 6, pp. 668-697.
- COELLI, T.J. (1997): *A Multi-Stage Methodology for the Solution of Orientated DEA Models*. Documento de Trabajo. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England.
- FARREL, M.J. (1957): "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society, Serie A, Vol. 120 (III)*, pp. 253-281.
- GARCÍA VALDERRAMA, T. (1996): "La Medida y el Control de la Eficiencia en las Instituciones Universitarias". Sindicatura de Comptes. Valencia.
- GARCÍA ZORITA, C.; MARTÍN MORENO, C.; LASCURAIN SÁNCHEZ, M.L. y SANZ CASADO, E. (2002): "Análisis de la eficiencia de las bibliotecas universitarias españolas". Documento de Trabajo. Universidad Carlos III, Departamento de Biblioteconomía y Documentación.
- GIMÉNEZ GARCÍA, V. (2000) [En línea]: "La Medida de la Eficiencia Operativa de Unidades de Negocio Mediante los Modelos DEA. Una Aplicación el Sector de la Restauración Moderna". <http://www.euturisme-uab.com/recursos/articledoa.pdf>. [Consulta: 20/06/03]
- GONZÁLEZ DÍAZ, M. (1996): "Evolución de la estructura organizativa en las empresas constructoras". *Economía Industrial*. Nº 311. Pp. 55-66.
- GONZÁLEZ DÍAZ, M. (2002): "Grupos estratégicos en las empresas constructoras: análisis empírico". ESIC-Market. Septiembre-Diciembre. Pp. 171-185.
- INDEPENDENT PRICING AND REGULATORY TRIBUNAL OF NEW SOUTH WALES (IPRT) (1999): "Efficiency and Benchmarking of NSW Distributors". Discussion Paper-33. Febrero.
- LOVELL, C.A.K. (1993): "Production Frontiers and Productive Efficiency", en Fried, H.O., Lovell, C.A.K. y Schmidt, S.S.: "The Measurement of Productive Efficiency, Techniques and Applications". Oxford University Press, New York.
- PEDRAJA CHAPARRO, F. y SALINAS JIMÉNEZ, J. (1994): "El Análisis Envolvente de Datos (DEA) y su aplicación al Sector Público: una nota introductoria". *Hacienda Pública Española*, nº 128, pp. 117-132.
- SCHEEL, H. (2000): *Efficiency Measurement System User's Manual, versión 1.3*. Documento de Trabajo. Universidad de Dortmund.
- VARGAS, A. (1999): "Comportamiento y eficiencia en las Cajas Rurales Españolas". *IX Jornadas Hispano-Lusas de Gestión Científica*, Minerva Universidad, Sevilla, pp. 149-160.

Anexo I. Relación de Empresas

Nº Empresa	Nombre	Localidad	Total Activo (€)	Cifra de negocios (€)	Nº empleados
1	Construcciones Aragón Izquierdo, S.L.	Burgos	149.473.440	53.962.400	242
2	Construcciones Arranz Acina, S.A.	Burgos	107.118.610	44.253.100	281
3	Inmobiliaria Río Vena, SA	Burgos	88.743.891	19.050.211	98
4	Begar, Construcciones y contratas, S.A.	Valladolid	79.646.000	105.125.000	389
5	Gestión urbanística de Castilla y León, S.A.	Valladolid	67.333.860	7.964.630	21
6	Volconsa Construcción y Desarrollo de Servicios, S.A.	Valladolid	60.074.780	65585670	334
7	Pavimentos Asfálticos Salamanca, S.L.	Salamanca	57.223.482	29.425.107	368
8	Hermanos Rubio Cimentaciones y Estructuras, S..A.	Soria	52.584.230	22.924.410	97
9	Parqueolid Promociones, S.A.	Valladolid	51.743.897	9.080.993	61
10	Inmobiliaria Gonorra, S.A.	Burgos	43.850.685	7.653.603	101
11	Begar, S.A.	Ponferrada (León))	41.687.000	1.408.000	5
12	Zarzueta, S.A.	Valladolid	34.386.210	28.825.202	174
13	Construcciones y obras Llorente, S.A.	Valladolid	33.599.660	48.425.136	185
14	Prosa Promotora de Salamanca, S.A.	Salamanca	33.386.993	14.647.706	7
15	Edificaciones SocialesBurgos, S.A.	Burgos	33.168.298	1.784.386	21
16	Grupo Empresarial Inverduero, S.L.	Valladolid	32.471.440	1.802.665	9
17	Transportes Peal S.A.	La Pola de Gordón (León)	26.973.630	20.844.900	23
18	CRS S.A.	Ponferrada (León)	25.464.000	8.880.000	110
19	Covipro, S.L.	Valladolid	24.387.886	7.767.029	91
20	Tebycon, S.A.	Burgos	23.087.699	21.062.007	122
21	Obras Hergon, S.A.	Valladolid	21.185.970	18.755.646	125
22	Técnicos Unidos para la Construcción, S.A.	Zamora	20.489.767	22.546.726	262
23	Copsa Empresa Constructora, S.A.	Burgos	19.444.757	11.279.358	125
24	Alisi S. A.	Aranda de Duero (Burgos)	19.255.698	13.450.941	5
25	Constructora Peache, S.A.	Aranda de Duero (Burgos)	19053000	22.434.000	138
26	Construcciones Soto, S.A.	Soria	16.424.786	3.870.919	32
27	Promoción Urbanística Zamorana, S.A.	Zamora	15.483.827	3.259.326	9
28	Construcciones Ortega S.A.	Burgos	15.211.864	1.889.699	80
29	Cofrensa S.L.	Salamanca	14.882.003	8.332.770	103
30	Construcciones Temon, S.L.	León	14.381.610	2.281.030	85
31	Lorenzo García Blanco, S.L.	León	13.654.890	8.617.500	57
32	Construcciones Orruno, S.A.	Miranda de Ebro (Burgos)	13.614.185	2.269.928	28
33	Vasco Construcciones, S.A.	Miranda de Ebro (Burgos)	13.182.466	2.419.990	30
34	Proyectos y Construcciones Reunidos	Burgos	12678318	8238987	55
35	Promotora Burgalesa Dos S.A.	Burgos	12.637.061	7.981.775	33
36	Construcciones José Piedra, S.A.	Burgos	12.573.126	9.182.855	75
37	Construcciones Beltran Monux S.A.	Soria	12.258.417	9.731.261	67
38	Construcciones Hermanos Sastre S.A.	Valladolid	11.064.418	10.587.205	52
39	Constructora Capellán Compañía S.L.	Valladolid	10.879.310	1.768.013	40
40	Construcciones Hervi S.A.	Valladolid	10.821.572	8.861.832	59
41	XXI Gestan Valladolid, S.A.	Valladolid	10.534.114	1.608.410	12
42	Contratas y Obras San Gregorio S.A.	Zamora	10.175.535	11.200.319	79

Fuente: Elaboración propia. Base de datos SABI.

Anexo II. Benchmarking (orientación inputs)

N°	Tipo	Sin "SLACKS"										Con "SLACKS"									
		I1	I2	I3	I4	I5	I6	P1	P2	I1	I2	I3	I4	I5	I6	P1	P2				
2	Real	0.338	0.074	0.031	0.004	0.096	0.246	0.030	0.024	0.338	0.074	0.031	0.004	0.096	0.246	0.030	0.024				
	DEA	0.276	0.060	0.025	0.003	0.078	0.201	0.030	0.020	0.276	0.060	0.025	0.003	0.078	0.161	0.045	0.157				
3	Real	0.183	0.031	0.020	0.004	0.137	0.233	0.071	0.390	0.183	0.031	0.020	0.004	0.137	0.390	0.183	0.390				
	DEA	0.154	0.026	0.017	0.003	0.115	0.199	0.070	0.391	0.154	0.026	0.017	0.002	0.115	0.192	0.070	0.568				
5	Real	0.098	0.011	0.029	0.012	0.546	0.205	0.029	0.033	0.098	0.011	0.029	0.012	0.546	0.205	0.029	0.033				
	DEA	0.096	0.011	0.028	0.012	0.537	0.199	0.028	0.029	0.096	0.011	0.020	0.001	0.128	0.199	0.031	0.029				
7	Real	0.252	0.134	0.028	0.042	0.210	0.216	0.062	0.193	0.252	0.134	0.028	0.042	0.210	0.216	0.062	0.193				
	DEA	0.226	0.122	0.025	0.038	0.189	0.196	0.062	0.191	0.226	0.120	0.025	0.008	0.090	0.113	0.070	0.482				
8	Real	0.336	0.049	0.036	0.003	0.120	0.287	0.080	0.400	0.336	0.049	0.036	0.003	0.120	0.297	0.080	0.400				
	DEA	0.320	0.047	0.035	0.003	0.115	0.297	0.079	0.400	0.320	0.047	0.020	0.003	0.115	0.050	0.079	0.598				
10	Real	0.272	0.054	0.012	0.002	0.156	0.164	0.022	0.076	0.272	0.054	0.012	0.002	0.156	0.164	0.022	0.076				
	DEA	0.252	0.050	0.011	0.002	0.144	0.152	0.022	0.078	0.161	0.024	0.011	0.002	0.144	0.044	0.040	0.356				
12	Real	0.581	0.153	0.005	0.028	0.358	0.309	0.035	0.088	0.581	0.153	0.005	0.028	0.358	0.309	0.035	0.088				
	DEA	0.486	0.128	0.004	0.023	0.302	0.261	0.034	0.083	0.486	0.128	0.004	0.012	0.168	0.097	0.073	0.727				
18	Real	0.322	0.083	0.030	0.003	0.070	0.087	0.037	0.133	0.322	0.083	0.030	0.003	0.070	0.087	0.037	0.133				
	DEA	0.253	0.066	0.024	0.003	0.055	0.068	0.037	0.131	0.253	0.055	0.023	0.003	0.055	0.068	0.046	0.390				
19	Real	0.213	0.071	0.029	0.007	0.292	0.235	0.097	0.270	0.213	0.071	0.029	0.007	0.292	0.235	0.097	0.267				
	DEA	0.159	0.052	0.021	0.005	0.213	0.170	0.098	0.270	0.159	0.052	0.021	0.003	0.213	0.170	0.097	0.452				
20	Real	0.633	0.126	0.032	0.017	0.107	0.112	0.042	0.125	0.633	0.126	0.032	0.017	0.107	0.112	0.042	0.123				
	DEA	0.581	0.116	0.029	0.016	0.098	0.106	0.042	0.125	0.581	0.116	0.010	0.016	0.098	0.106	0.094	0.992				
21	Real	0.535	0.137	0.007	0.045	0.419	0.332	0.063	0.141	0.535	0.137	0.007	0.045	0.419	0.332	0.063	0.141				
	DEA	0.500	0.128	0.006	0.042	0.396	0.313	0.063	0.136	0.500	0.128	0.006	0.012	0.419	0.095	0.093	0.771				
25	Real	0.860	0.193	0.012	0.011	0.265	0.156	0.025	0.062	0.860	0.193	0.012	0.011	0.265	0.156	0.025	0.062				
	DEA	0.777	0.174	0.011	0.010	0.241	0.141	0.024	0.055	0.777	0.174	0.011	0.010	0.148	0.099	0.091	0.680				
26	Real	0.184	0.060	0.037	0.009	0.152	0.268	0.048	0.108	0.184	0.060	0.037	0.009	0.152	0.268	0.048	0.108				
	DEA	0.123	0.040	0.026	0.005	0.103	0.183	0.047	0.103	0.123	0.040	0.026	0.005	0.103	0.183	0.062	0.316				
29	Real	0.385	0.104	0.008	0.004	0.250	0.282	0.058	0.205	0.385	0.104	0.008	0.004	0.250	0.282	0.058	0.205				
	DEA	0.384	0.103	0.008	0.004	0.250	0.281	0.058	0.206	0.384	0.096	0.008	0.004	0.249	0.064	0.058	0.214				
31	Real	0.401	0.078	0.043	0.003	0.244	0.055	0.122	0.366	0.401	0.078	0.043	0.003	0.244	0.055	0.122	0.366				
	DEA	0.397	0.075	0.041	0.003	0.239	0.053	0.123	0.370	0.397	0.073	0.023	0.003	0.226	0.053	0.123	0.419				
36	Real	0.912	0.099	0.033	0.009	0.034	0.065	0.055	0.686	0.912	0.099	0.033	0.009	0.034	0.065	0.055	0.686				
	DEA	0.845	0.092	0.031	0.008	0.032	0.060	0.056	0.690	0.617	0.068	0.024	0.006	0.032	0.041	0.056	0.700				
37	Real	0.486	0.162	0.030	0.063	0.734	0.299	-0.003	-0.015	0.486	0.162	0.030	0.063	0.734	0.299	-0.003	-0.015				
	DEA	0.412	0.137	0.025	0.053	0.617	0.252	-0.002	-0.008	0.412	0.124	0.025	0.010	0.169	0.133	0.133	0.729				
38	Real	0.608	0.139	0.029	0.027	0.295	0.198	0.050	0.101	0.608	0.139	0.029	0.027	0.295	0.198	0.050	0.101				
	DEA	0.517	0.119	0.024	0.023	0.252	0.168	0.050	0.103	0.517	0.119	0.024	0.012	0.252	0.168	0.173	0.857				
40	Real	0.591	0.123	0.016	0.009	0.111	0.253	0.072	0.527	0.591	0.123	0.016	0.009	0.111	0.253	0.072	0.527				
	DEA	0.528	0.110	0.015	0.008	0.099	0.228	0.072	0.528	0.528	0.110	0.015	0.008	0.099	0.068	0.080	0.694				
42	Real	0.954	0.208	0.019	0.045	0.147	0.294	0.057	0.277	0.954	0.208	0.019	0.045	0.147	0.294	0.057	0.277				
	DEA	0.666	0.144	0.014	0.031	0.104	0.206	0.059	0.285	0.666	0.144	0.012	0.031	0.104	0.206	0.059	0.957				

Fuente: Elaboración propia. EMS® software.

Anexo III. Benchmarking (orientación outputs)

N°	Tipo	Sin "SLACKS"										Con "SLACKS"									
		I1	I2	I3	I4	I5	I6	P1	P2	I1	I2	I3	I4	I5	I6	P1	P2				
2	Real	0.338	0.074	0.031	0.004	0.096	0.246	0.030	0.024	0.338	0.074	0.031	0.004	0.096	0.246	0.030	0.024				
	DEA	0.335	0.073	0.031	0.004	0.094	0.245	0.037	0.048	0.335	0.073	0.031	0.004	0.094	0.245	0.037	0.048				
3	Real	0.183	0.031	0.020	0.004	0.137	0.233	0.071	0.390	0.183	0.031	0.020	0.004	0.137	0.233	0.071	0.390				
	DEA	0.183	0.031	0.020	0.004	0.136	0.232	0.085	0.484	0.177	0.031	0.020	0.002	0.136	0.232	0.085	0.617				
5	Real	0.098	0.011	0.029	0.012	0.546	0.205	0.029	0.433	0.098	0.011	0.029	0.012	0.546	0.205	0.029	0.433				
	DEA	0.118	0.015	0.032	0.012	0.546	0.218	0.035	0.082	0.118	0.015	0.032	0.002	0.140	0.218	0.039	0.082				
7	Real	0.252	0.134	0.028	0.042	0.210	0.216	0.062	0.193	0.252	0.134	0.028	0.042	0.210	0.216	0.062	0.193				
	DEA	0.248	0.134	0.028	0.042	0.211	0.217	0.067	0.210	0.248	0.134	0.028	0.008	0.144	0.217	0.100	0.504				
8	Real	0.336	0.049	0.036	0.003	0.120	0.297	0.080	0.400	0.336	0.049	0.036	0.003	0.120	0.297	0.080	0.400				
	DEA	0.333	0.048	0.036	0.003	0.121	0.298	0.083	0.420	0.333	0.048	0.036	0.003	0.121	0.298	0.083	0.619				
10	Real	0.272	0.054	0.012	0.002	0.156	0.164	0.022	0.076	0.272	0.054	0.012	0.002	0.156	0.164	0.022	0.076				
	DEA	0.268	0.053	0.012	0.002	0.157	0.166	0.040	0.204	0.229	0.025	0.012	0.002	0.157	0.166	0.068	0.493				
12	Real	0.581	0.153	0.005	0.028	0.358	0.309	0.035	0.088	0.581	0.153	0.005	0.028	0.358	0.309	0.035	0.088				
	DEA	0.578	0.153	0.005	0.028	0.358	0.312	0.043	0.128	0.578	0.153	0.005	0.014	0.162	0.124	0.097	0.931				
18	Real	0.322	0.083	0.030	0.003	0.070	0.087	0.037	0.133	0.322	0.083	0.030	0.003	0.070	0.087	0.037	0.133				
	DEA	0.317	0.083	0.030	0.003	0.069	0.085	0.049	0.197	0.317	0.083	0.030	0.003	0.069	0.085	0.049	0.502				
19	Real	0.213	0.071	0.029	0.007	0.292	0.235	0.097	0.267	0.213	0.071	0.029	0.007	0.292	0.235	0.097	0.267				
	DEA	0.217	0.072	0.030	0.007	0.294	0.237	0.145	0.444	0.217	0.065	0.030	0.005	0.294	0.237	0.145	0.444				
20	Real	0.633	0.126	0.032	0.017	0.107	0.112	0.042	0.123	0.633	0.126	0.032	0.017	0.107	0.112	0.042	0.123				
	DEA	0.632	0.126	0.032	0.017	0.107	0.111	0.047	0.147	0.632	0.126	0.032	0.017	0.107	0.111	0.047	0.109				
21	Real	0.535	0.137	0.007	0.045	0.419	0.332	0.063	0.141	0.535	0.137	0.007	0.045	0.419	0.332	0.063	0.141				
	DEA	0.531	0.136	0.007	0.045	0.420	0.332	0.067	0.152	0.531	0.136	0.007	0.013	0.187	0.105	0.099	0.833				
25	Real	0.860	0.193	0.012	0.011	0.265	0.156	0.025	0.062	0.860	0.193	0.012	0.011	0.265	0.156	0.025	0.062				
	DEA	0.853	0.192	0.012	0.011	0.264	0.155	0.027	0.070	0.853	0.192	0.012	0.011	0.264	0.155	0.027	0.076				
26	Real	0.184	0.060	0.037	0.009	0.152	0.268	0.048	0.108	0.184	0.060	0.037	0.009	0.152	0.268	0.048	0.108				
	DEA	0.181	0.059	0.037	0.008	0.152	0.264	0.081	0.239	0.181	0.059	0.036	0.008	0.152	0.248	0.103	0.400				
29	Real	0.385	0.104	0.008	0.004	0.250	0.282	0.058	0.205	0.385	0.104	0.008	0.004	0.250	0.282	0.058	0.205				
	DEA	0.392	0.105	0.008	0.004	0.251	0.283	0.058	0.209	0.392	0.105	0.008	0.004	0.250	0.282	0.058	0.217				
31	Real	0.401	0.078	0.043	0.003	0.244	0.055	0.122	0.366	0.401	0.078	0.043	0.003	0.244	0.055	0.122	0.366				
	DEA	0.408	0.081	0.043	0.003	0.245	0.057	0.126	0.386	0.408	0.075	0.023	0.003	0.231	0.057	0.126	0.437				
36	Real	0.912	0.099	0.033	0.009	0.034	0.065	0.055	0.686	0.912	0.099	0.033	0.009	0.034	0.065	0.055	0.686				
	DEA	0.919	0.100	0.034	0.009	0.035	0.065	0.059	0.728	0.919	0.100	0.033	0.006	0.035	0.046	0.059	0.730				
37	Real	0.486	0.162	0.030	0.063	0.734	0.299	-0.003	-0.015	0.486	0.162	0.030	0.063	0.734	0.299	-0.003	-0.015				
	DEA	0.484	0.161	0.030	0.063	0.735	0.299	-0.003	-0.005	0.484	0.163	0.030	0.009	0.299	0.178	0.200	0.811				
38	Real	0.608	0.139	0.029	0.027	0.295	0.198	0.050	0.101	0.608	0.139	0.029	0.027	0.295	0.198	0.050	0.101				
	DEA	0.606	0.139	0.029	0.027	0.296	0.198	0.058	0.129	0.606	0.137	0.021	0.013	0.230	0.170	0.174	0.998				
40	Real	0.591	0.123	0.016	0.009	0.111	0.253	0.072	0.527	0.591	0.123	0.016	0.009	0.111	0.253	0.072	0.527				
	DEA	0.596	0.124	0.016	0.009	0.110	0.249	0.082	0.610	0.596	0.124	0.016	0.009	0.110	0.253	0.072	0.527				
42	Real	0.954	0.208	0.019	0.045	0.147	0.294	0.057	0.277	0.954	0.208	0.019	0.045	0.147	0.294	0.057	0.277				
	DEA	0.950	0.207	0.019	0.044	0.150	0.296	0.076	0.387	0.950	0.207	0.019	0.044	0.150	0.296	0.076	0.387				

Fuente: Elaboración propia. EMS® software

