

ANALISIS DISCRIMINANTE Y RATIOS CONTABLES OPTIMOS EN EL SECTOR CONSTRUCCION

Martín Dutto Giolongo

Universidad Nacional del Litoral

1. Introducción

Una problemática recurrente en la contratación de obras de infraestructura, fundamentalmente en el sector público, es la brecha entre los resultados que el comitente espera obtener, y los que finalmente recibe por parte de la empresa contratada. Se plantea como una de las causas de esta brecha, los problemas financieros y económicos que experimentan las empresas constructoras, y que repercuten notablemente en la calidad - en un sentido amplio - del "producto" que entregan.

Este trabajo surge de la necesidad de establecer parámetros adecuados de medición de la salud financiera y económica de empresas constructoras. Estos permitirían en el futuro discriminar entre empresas con altas probabilidades de realizar eficientemente una obra y aquellas que no posean dichas características.

El uso de ratios o índices, construidos fundamentalmente a partir de la información que las organizaciones vuelcan en sus Estados Contables, constituye una técnica de apoyo relativamente útil para, entre otros fines, diagnosticar la situación económico-financiera de la empresa. Comúnmente este tipo de análisis en su forma más simple, consiste en comparar los indicadores de una empresa en particular con los promedios del sector industrial al que pertenece, y detectar de este modo una situación de anormalidad. Asimismo, se suele analizar para cada caso en particular la evolución durante un período de tiempo de los valores, a fin de verificar la existencia de alguna tendencia.

En el marco de un enfoque más moderno del análisis financiero, se han realizado esfuerzos últimamente para desarrollar modelos que utilizando dichas relaciones contables en forma simultánea, permitan predecir determinados comportamientos por parte de las empresas. Una de las técnicas estadísticas utilizadas para estos fines ha sido el Análisis Discriminante. Tradicionalmente esta técnica ha sido aplicada con la finalidad de obtener funciones matemáticas que sirvan para detectar riesgos de quiebras o serios problemas financieros de las empresas. El profesor Edward Altman de la Universidad de Nueva York, ha sido uno de los primeros financistas en utilizar esta metodología. En nuestras latitudes, podemos mencionar entre otros al profesor Ricardo Pascale de Uruguay, o a los profesores Aldo Alonso y Ana María Legato de la Universidad Nacional de la Plata y UNICEN respectivamente.

Este trabajo aplica el Análisis Discriminante para analizar un conjunto de empresas del Sector de la construcción, con la finalidad de obtener la función que mejor discrimine entre el grupo de exitosas y las que han fracasado. A diferencia de las investigaciones anteriores, en las cuales se asociaba el fracaso a la quiebra o insolvencia, en este caso nos apartamos de este concepto, para aplicar uno novedoso que consiste en relacionar el fracaso al no cumplimiento en tiempo y

forma de las obligaciones contractuales emergentes de una obra de infraestructura, o de determinados estándares de calidad.¹

2. Metodología

Recordemos que el análisis discriminante requiere de la existencia de dos grupos definidos "a priori", con una serie de observaciones para cada caso o individuo referidas a un conjunto de variables relevantes². El objetivo es encontrar la mejor función discriminante, que consiste en una ecuación lineal establecida como:

$$Z = B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_k X_k + B_0$$

donde:

Z es la variable dependiente, cuyo valor se obtiene para un caso determinado de la función lineal y representa la pertenencia a un grupo,

X₁...X_k son las variables explicativas o independientes,

B₁... B_k son los coeficientes discriminantes o ponderaciones, y

B₀ es el término constante.

Cuando hablamos de la mejor función discriminante, significa aquella que maximiza la separación entre los grupos³. Con esta premisa, aplicamos el análisis discriminante para estimar el valor del término constante B₀ y de los coeficientes B_k. Ante un caso específico, multiplicamos estos últimos por las variables observadas, y sumadas al término constante se obtiene un valor Z que es utilizado para clasificar ese caso en uno de los grupos definidos a priori. La regla de clasificación del modelo es asignar a un grupo si $Z > 0$, y al otro grupo si $Z < 0$. Para que esta regla minimice la probabilidad de cometer errores y tenga un mayor poder predictivo aplicable a nuevos casos, deberían cumplirse los supuestos paramétricos. El análisis discriminante multivariante supone que las poblaciones siguen una distribución normal, y que las matrices de varianzas-covarianzas de los distintos grupos deben ser iguales.

En este trabajo, para cada caso observado las variables independientes son los ratios contables de la empresa, y la pertenencia "a priori" a uno de los grupos dependerá de la performance de la misma en la realización de una obra de infraestructura. Una vez obtenidos con esta técnica estadística los coeficientes discriminantes aplicables a cada una de las variables explicativas, podríamos utilizar el modelo para ayudar a decidir sobre la conveniencia de contratar los servicios de una determinada empresa, para la realización de una obra de infraestructura.

3. Obtención de la información

Se recopilaron datos correspondientes a obras de infraestructura ejecutadas en el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe, financiadas a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el marco de un programa de reformas e inversiones en el sector educativo. Las obras refieren a la construcción de edificios escolares cuyo monto de inversión promedio es de \$ 400.000, y la relación promedio de monto total de inversión/meses de ejecución es de \$

¹ Este artículo fue elaborado en el marco de un proyecto de investigación realizado en el ámbito de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Litoral, bajo la coordinación del autor y la supervisión del profesor de estadística Roberto Meyer.

² En nuestro caso particular separamos los casos en dos grupos. No obstante, el análisis discriminante es aplicable también para más grupos.

³ En términos estadísticos esto se traduce en la maximización del cociente entre Varianza intergrupos y Varianza intragrupos.

50.000. Los trabajos son tercerizados a empresas constructoras - de pequeña y mediana dimensión - que resultan adjudicadas luego de realizada una licitación pública.

Para cada uno de los casos, se reunió la siguiente información:

1. Estados Contables de la empresa contratada correspondientes al último período previo al inicio de la obra⁴. A partir de estos datos se construyeron los siguientes ratios: Margen Bruto, Margen de Beneficios sobre Ventas, Margen Operativo Neto, Rentabilidad sobre el Patrimonio Neto, Retorno Operativo, Rentabilidad sobre el Activo, Rotación del Activo Circulante, Rotación del Activo Fijo, Rotación del Capital de Trabajo operativo, Rotación del Activo, Período de Cobro, Período de Capital de Trabajo operativo, Liquidez o circulante, Prueba Ácida, Proporción de Financiamiento de Largo Plazo, Proporción de Financiamiento con Deuda, Relación Deuda-Patrimonio Neto, Proporción de Deuda de Corto Plazo, y Endeudamiento sobre Ventas. Cada uno de estos ratios o índices son las potenciales variables X_k , candidatas a ser consideradas como explicativas o independientes en la función discriminante.
2. Evaluación del desempeño de la empresa respecto de la obra ejecutada. Para ello se asignó a cada empresa una calificación cuyo rango oscila entre 0 y 100, valores estos que representan la performance menos y más satisfactoria posible respectivamente⁵. Asimismo se consideró que una puntuación menor a 60, implica un desempeño no satisfactorio por parte de la empresa, sin perjuicio del cumplimiento por la misma de la totalidad de las obligaciones contractuales⁶. Esto permitió constituir los dos grupos que requiere nuestro modelo: empresas de cumplimiento satisfactorio y no satisfactorio.

4. Procesamiento de la información

Una vez recabados los datos empíricos con los cuales se construye el modelo, debemos estimar los coeficientes discriminantes $B_1 \dots B_k$ necesarios para obtener la función. El análisis de la información se realizó utilizando el software SPSS® 7.5 para Windows.

Los criterios para determinar cuales eran las variables que debían permanecer en el modelo eran los siguientes:

- Significación de las diferencias entre medias de los grupos para cada variable,
- Grado de interdependencia entre las variables,
- Porcentaje de los casos originales correctamente clasificados por la función obtenida en relación a los grupos predefinidos, como un indicador de la efectividad de la función discriminante⁷,
- Significación estadística de la función discriminante, por lo cual se debe rechazar la hipótesis nula que no existen diferencias significativas entre las medias de las puntuaciones de los grupos.

⁴ Se agradece para la recopilación de la información contable, la colaboración de C.P.N. Silvia Perusini, C.P.N. María Cecilia Hollmann, y Diego Román.

⁵ Para la evaluación del desempeño de las empresas en cada obra, se contó con la colaboración del Arq. Rodolfo Villagra.

⁶ Para la calificación de la empresa se consideraron fundamentalmente el Cumplimiento del Plazo de ejecución y la Calidad de obra.

⁷ También se tuvo en cuenta los porcentajes alcanzados utilizando el procedimiento de validación cruzada. En base al mismo, cada caso es clasificado como perteneciendo a un grupo, de acuerdo a las funciones obtenidas por todos los datos excepto el que está siendo clasificado. Esto permite producir estimadores insesgados.

5. Resultados de la clasificación

La función discriminante obtenida es la siguiente:

$$Z = - 2,233 X1 + 1,319 X2 + 19,354 X3 - 0,005 X4 + 56,5 X5 + 0,497 X6 - 34,756 X7 + 7,857 X8 - 0,884 X9 - 19,291$$

Como se observa, de las 19 variables o ratios originales, permanecen solo 9 en nuestro modelo, a saber:

- X1: Relación Deuda/Patrimonio Neto = Pasivo Total / Patrimonio Neto,
- X2: Endeudamiento sobre Ventas = Pasivo Total / Promedio de Ventas mensuales,
- X3: Proporc. de Financ. a largo Plazo = (Pasivo No Cte. + Patrim.Neto)/Activo Total,
- X4: Período de Capital de Trabajo operativo (CTO) = CTO/Promedio de Ventas diario, siendo CTO = Clientes + Bs. de cambio - Proveedores
- X5: Margen Operativo Neto= Beneficio antes de Intereses e Impuestos /Ventas Totales,
- X6: Liquidez Corriente= Activo Corriente / Pasivo Corriente,
- X7: Rentabilidad sobre Activos = Beneficio Neto Anual/ Activo Total⁸,
- X8: Rotación del Activo = Ventas Anuales / Activo Total,
- X9: Prueba Ácida = (Activo Cte. - Bs.de Cambio) / Pasivo Cte.

Ante nuevos casos, la ecuación se aplica ingresando los ratios de la empresa en cuestión, a partir de la información que se presenta en el último balance certificado. Si el valor Z resultante es mayor que 0 la empresa en cuestión resultaría apta para contratar sus servicios, y si es menor que 0 indicaría que no es apta⁹.

Es interesante analizar respecto de las 9 variables elegidas, cuales son las que mejor contribuyen a explicar el modelo. En este sentido, cabe señalar que la lista de índices anterior está ordenada de acuerdo a importancia decreciente. Una forma de determinar la utilidad de una variable en la función discriminante, es mediante la correlación entre los valores Z de la función y los que toman las variables Xk.

Existe una correlación significativa y de signo negativo para los ratios Relación Deuda-Pat. Neto (X1) y Endeudamiento sobre ventas (X2). El signo negativo expresa que mientras mayor sea el valor de estos indicadores, mayor es la probabilidad de asignar la empresa al grupo de No Satisfactorio, lo cual resulta lógico. En el caso de X1 nos interesa saber la distribución del financiamiento entre recursos ajenos y capital propio. Esta relación también llamada índice de endeudamiento, se utiliza como una medida del riesgo financiero, y es una variable básica para determinar la estructura de financiamiento óptima de la empresa. Con la variable X2, relacionamos la variable stock -deuda- con la variable de flujo -ventas-. Esto confirma la importancia que representa la magnitud de las cargas fijas de intereses y amortización de deudas, en el flujo de fondos de una empresa constructora que se ha comprometido con una curva de inversión para llevar a cabo la obra.

Otro ratio relacionado con la estructura de financiamiento que contribuye considerablemente a la función discriminante, es la Proporción de Financiamiento a Largo Plazo (X3). Este considera la proporción del Activo Total que es financiado tanto por Patrimonio Neto o capital propio, como por Pasivo No Corriente. Como era de esperar este ratio está positivamente correlacionado con la puntuación discriminante, lo cual refleja la importancia de poseer financiamiento cuya devolución no signifique un compromiso para la empresa en el corto plazo. Asimismo, para un endeudamiento dado, son más arriesgadas las estructuras de financiamiento cuya pro

⁸ Esta es una de las versiones de este ratio, que incluye en el numerador el beneficio neto o final.

⁹ Esto es sin perjuicio de la consideración de otras circunstancias y aspectos que podrían tenerse en cuenta para decidir, elementos estos que quizás no se obtienen de la observación de las cifras que muestra un balance. El análisis de estos factores escapa a los objetivos de este trabajo.

porción de deuda de corto plazo tiene un mayor peso, dado que su vencimiento es más cercano y es menor el margen de maniobra para solucionar dificultades financieras.

Los ratios operativos miden la eficiencia de distintas actividades dentro de una empresa. El período de capital de trabajo operativo (X4), y el índice de Rotación del activo (X8), fueron incorporados al modelo obtenido. En el primer caso (X4), el indicador expresa el monto de Capital de trabajo operativo invertido por peso de ventas diario. Este ratio está correlacionado positivamente con la puntuación discriminante, lo cual significa que las empresas que para un nivel de actividad dado registran una magnitud mayor de CTO, estarían en mejores condiciones para realizar una obra en forma satisfactoria. Respecto de la variable X8, la intensidad de la relación con la función discriminante es sensiblemente inferior que en el caso anterior, y de signo negativo. Nótese que si la razón Flujo/Stock, como en el caso de este índice, está correlacionada negativamente con el valor "Z", la inversa de la misma - Activo/Ventas - debe tener sentido positivo. En consecuencia se puede aplicar el análisis de forma similar al caso precedente, y concluir que es necesario un monto mayor de activo total por peso de ventas anual, para incluir la empresa en el grupo de empresas de performance satisfactoria.

Los índices económicos que mejor aportan al modelo son el Margen Operativo Neto - X5 -, y la Rentabilidad sobre el activo- X7 -. La correlación positiva de ambos significa que una empresa debería ser viable en términos de retorno para que pueda ser incluida en el Grupo Satisfactorio. La relación más fuerte con la función discriminante se da en el primer caso, en el cual se mide la generación de ganancias - antes de intereses e impuestos - en relación con el total de ventas. El ratio X7, aunque de menor importancia que el anterior en la ecuación, expresa la capacidad de la empresa de generar resultados positivos en función de su Activo. Obsérvese que el modelo excluyó la rentabilidad sobre el patrimonio neto, lo cual refleja la imposibilidad de este ratio de discriminar entre los grupos, probablemente debido a la influencia que sobre el mismo tiene el leverage financiero.

Finalmente encontramos en un último grupo los ratios de liquidez. El ratio X6 es el que mejor contribuye, y nos expresa la relación entre el activo corriente que dispone la empresa, y sus compromisos de corto plazo. En segundo término, también permanece en el modelo la prueba ácida (X9) que excluye del activo el rubro bienes de cambio, con el fin de considerar solo como respaldo del pasivo corriente los conceptos de mayor liquidez. Es lógico que estos ratios tengan una correlación positiva con la puntuación discriminante, ya que mientras más altos sean los valores que toman mejor es la situación de solvencia de corto plazo de la empresa y su aptitud para realizar una obra.

6. Efectividad de la función discriminante

Un primer indicador de la efectividad de la función discriminante es el porcentaje de casos correctamente clasificados, que surge de comparar entre el grupo real "a priori" de pertenencia y el grupo predicho por el modelo. En nuestro caso alcanza el 95 % lo cual indica que la función es efectiva. Utilizando el procedimiento de la validación cruzada este porcentaje alcanzó el 85,7%, cifra que permitiría aplicar el modelo a casos futuros.

La significación del modelo también se puede estimar mediante el cociente entre la variabilidad intergrupo y variabilidad intragrupo, razón esta llamada Criterio discriminante o Eigenvalue. Una buena función debería tener un valor de esta relación mayor a 1, y en nuestro análisis es de 3,651.

También se utiliza la correlación canónica como una medida de la asociación entre las puntuaciones discriminantes y los grupos de pertenencia. En nuestro caso alcanza el valor de 0,886.

La hipótesis nula en el análisis discriminante, es que la diferencia entre las medias de los valores Z de los grupos no sean estadísticamente significativas. La prueba para comprobar esta hipótesis basada en la lambda de Wilks, permite rechazarla con un grado de significación del 0,8 %.

7. Conclusiones

Los resultados obtenidos respecto de la efectividad y validez de la función, permiten recomendar el modelo para efectuar predicciones ante nuevos casos. En un sentido estricto, en principio sólo debería utilizarse para analizar los Estados Contables de pequeñas y medianas empresas, ante decisiones para efectuar nuevas contrataciones de obras en el marco del mismo proyecto de donde se obtuvieron los datos. En un sentido más amplio, también se podría utilizar frente a nuevos casos en el sector público aunque no pertenezcan al mismo programa, siempre que se trate de obras con características de contratación y montos de inversión similares a las anteriores.

En relación a lo anterior, obsérvese que el modelo obtenido puede verse alterado si se modifican ciertas características sustanciales de las obras analizadas, como por ejemplo el Monto de obra. En consecuencia, quedaría pendiente el análisis de contrataciones de mayor envergadura, o incluso de obras de similar inversión total pero en las cuales la relación Monto total de Obra/meses de ejecución sea mayor - o diferente - que las de este trabajo. Asimismo, la combinación de ratios contables exigibles a las empresas podría variar para distintos tipos de infraestructura, haciendo surgir como importantes nuevas relaciones, o excluir otras que antes contribuían a la función.

No obstante los casos analizados refieren a obras públicas cuya ejecución es tercerizada a empresas privadas, no deberíamos descartar la utilidad de la función cuando el contratante pertenezca al sector privado. En todo caso, lo fundamental es que la mayor parte de las empresas constructoras en estudio también ejecutan obras privadas. Nuevamente aquí, reiteramos que debería verificarse que no se modifiquen los supuestos respecto a las características sustanciales de las obras.

Debe señalarse que el modelo requiere de la información proveniente del balance auditado correspondiente al último ejercicio económico cerrado de la empresa. Sin embargo, puede resultar interesante complementar el análisis ingresando como variables independientes en la función, los ratios correspondientes a los Estados Contables proyectados, que obviamente deberían incluir los efectos patrimoniales de la ejecución de la obra cuya contratación es objeto de análisis. Atento a que esta documentación de las empresas no es exigible por la normativa legal, habría que sopesar los costos y beneficios de prepararla para cada caso en particular.

Por último, creo que es importante reiterar que el objetivo de este trabajo, ha sido plasmar en un modelo probabilístico, la evidencia empírica proveniente de la observación de información contable y la performance de empresas constructoras. En consecuencia, las conclusiones deberían servir para la toma de decisiones teniendo como sustento informativo los Estados Contables de la empresa en cuestión. Sin embargo, ello no obsta a la consideración de información adicional tanto de tipo económico como de otra clase, a los fines de completar el análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Brealey, R. y Myers, S., *Principles of Corporate Finance*, 1996, McGraw-Hill.
- Pascale, Ricardo, *Decisiones Financieras*, Ediciones Macchi, 1998.
- Mondino D. y Pendás E., *Finanzas para empresas competitivas*, Ediciones Granica S.A., 1.994.
- SPSS® Base 9.0 Applications Guide, SPSS Inc., 1999.
- Bisquerra Alzina, Rafael, *Introducción Conceptual al análisis multivariable*, P.P.U. S.A., 1989.
- Altman E. I., *Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy*, *Journal of Finance*, Vol. XXIII, Setiembre 1968.
- Pascale, Ricardo, *A multivariate model to predict firm financial problems: the case of Uruguay*, *The Journal of Banking and Finance*, 1988.
- Alonso, Aldo H. y Legato, Ana M., *Factores asociados con el éxito-fracaso de empresas y microemprendimientos*, Instituto Argentino de Ejecutivos de Finanzas, Año XV, N° 157, Julio de 1999.