

Enfoques para Estimar Costos de Construcción Utilizando Excel

José F. Lluch, P.E., Ph.E.

Catedrático, Departamento de Ingeniería Civil,
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R.

Juan Torrens, EIT

Estudiante graduado, Departamento de Ingeniería Civil,
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R.

Resumen

La hoja de cálculo electrónica se utiliza mucho para preparar estimados de costo. Sin embargo, no todos utilizan esta herramienta a capacidad. Se presentan varios enfoques para estimar costos utilizando Excel. Estos tienen el potencial de mecanizar el proceso, haciéndolo más eficiente. Los enfoques incluyen la base de datos en tres dimensiones, utilización de *Visual Basic for Applications* y la integración de Excel con Access. Se presentan ejemplos de hojas de cálculo preparadas por los autores aplicando estos enfoques y se discute cuando es beneficioso usar cada uno de los enfoques.

Palabras claves

Estimado, Costo, Construcción, Hoja de cálculo electrónica, Excel

1.1 Introducción

La hoja de cálculo (*worksheet*) es probablemente la herramienta más utilizada para hacer estimados de costo de construcción. Cuando se utiliza con cuidado es una herramienta poderosa, reduciendo el número de pasos necesarios para producir el estimado y reduciendo la probabilidad de cometer errores elementales. En este trabajo se examinan varios enfoques para estimar costos utilizando Excel. Estos enfoques varían desde el más elemental que consiste en la utilización de la hoja de cálculo para hacer cálculos, hasta la utilización de enlaces con una base de datos en Access por medio de macros escritos en *Visual Basic for Applications*. A continuación se explican estos enfoques y se presentan ejemplos y se comenta sobre la capacidad de una PC típica con Excel para manejar grandes cantidades de datos.

1.1 La Hoja de Cálculo

El estimado de costo incluye el estimar las cantidades y el cómputo de los costos. En su forma más elemental, la hoja se utiliza mucho en la actualidad para ambos casos. Ésta es especialmente eficiente cuando hay que hacer muchos cálculos del mismo tipo.

1.2 La Base de Datos

Este concepto consiste en utilizar al menos dos hojas de cálculo como parte de un libro (*workbook*), donde una de las hojas contiene una base de datos con costo de diferentes partidas de

construcción. Es recomendable utilizar otra hoja de cálculo en vez de otro lugar en la misma hoja ya que si se borra alguna partida se puede afectar la base de datos. La base de datos tiene título en cada columna y contiene costos para las partidas que pueden necesitarse para preparar un estimado. Para preparar un estimado, se copian las partidas que aplican una por una a la otra hoja donde también se incluyen columnas adicionales para cantidad y extensión. Se entra la cantidad correspondiente a cada partida y la hoja computa los costos correspondientes. Las Figuras 1 y 2 muestran este concepto.

1.3 Base de Datos en Tres Dimensiones

La base de datos en tres dimensiones tiene un concepto similar al de la base de datos discutida arriba, pero en la de tres dimensiones la base de datos se alimenta de otras hojas de cálculo donde se computa el costo de las brigadas, materiales y equipo. Por ejemplo, a cada partida se le asigna una brigada, la que se representa por un código, digamos B32. La partida obtiene el costo unitario relacionado a esa brigada de otra hoja de cálculo llamada “Brigadas”, que contiene las brigadas y sus componentes. Por ejemplo, la brigada B28 consiste de 2 carpinteros y 1 peón. El costo del carpintero y el peón se obtiene de una tercera hoja de cálculo. Esto permite cambiar el costo del carpintero solamente una vez ajustando automáticamente el costo de todas las brigadas que lo utilizan y el de todas las partidas que utilizan dicha brigada. En esta hoja de cálculo, a la mano de obra se le puede añadir sus costos indirectos (*labor burden*). La figura 3 muestra una hoja de cálculo con datos de Mano de Obra y Equipo. La Figura 4 contiene brigadas y la Figura 5 contiene otra hoja de cálculo con los componentes de cada brigada. En algunas celdas de las figuras 4 y 5 se ha incluido el valor resultante de la fórmula y la fórmula para ilustración.

El enlace entre estas hojas de cálculo se está logrando por medio de la función VLOOKUP de Excel. Esta función hace una búsqueda de un valor especificado en una tabla indicada y regresa como resultado el valor especificado al lado de lo encontrado. Por ejemplo, la fórmula :

VLOOKUP(B3,ManoObraEquipo!\$A\$3:\$F\$65536,3, FALSE)

en la celda D3 de la Figura 4 va a buscar el valor que está en la celda B3 que es “C”, en la hoja llamada “ManoObraEquipo” localizada entre las celdas A3 y F65536 y va a devolver el tercer valor a de esta tabla. El FALSE se refiere a que se desea encontrar el valor exacto. Si se hubiera puesto TRUE y no se encuentra el valor exacto, entonces devolvería el valor menor al que está buscando. Una fórmula similar se utiliza en la celda C3 para encontrar el nombre del la mano de obra o equipo, según se muestra a continuación:

=VLOOKUP(B4,ManoObraEquipo!\$A\$3:\$F\$65536,3,FALSE)

Esta fórmula devuelve el nombre correspondiente al código en la celda B3, que resulta ser “Carpintero”.

En la celda F4 de la Figura 5 hay una fórmula que podría dar error si el contenido de la celda D4 es cero. Por esta razón se recomienda utilizar la función IF junto con VLOOKUP, según muestra la siguiente versión:

=IF(B4="",0, VLOOKUP(B4,Brigadas!\$A\$3:\$F\$65536,3,FALSE)/D4)

La versatilidad de este enfoque, donde se enlazan hojas de cálculo, es que permite modificar el costo de todas las partidas que utilizan, digamos un carpintero, modificando únicamente el costo del carpintero.

	A	B	C	D	E	F
1	SANITARIO Y PLUVIAL					
2	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MATERIAL	LABOR	UNITARIO
3	02-007-0020	Concrete manhole (diameter 4 ft)(per height)	PL	\$0.00	\$320.00	\$320.00
4	02-007-0021	Concrete manhole (diameter 6ft)(per height)	PL	\$0.00	\$355.00	\$355.00
5	02-007-0022	Concrete headwalls of flare ends	Y.C.	\$160.00	\$120.00	\$280.00
6	02-007-0023	Pipe connections to existing inlets or manholes	L.S.	\$0.00	\$0.00	\$225.00

Figura 1. Hoja de cálculo “BaseDatos” utilizada como base de datos.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	SANITARIO Y PLUVIAL							
2	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MATERIAL	LABOR	UNITARIO	CANTIDAD	EXTENSIÓN
3	02-007-0020	Concrete manhole (diameter 4 ft)(per height)	LF	\$0.00	\$320.00	\$320.00		
4								

Figura 2. Hoja de cálculos “Estimado” donde se ha copiado la base de datos y se provee espacio para entrar la cantidad de cada partida.

	A	B	C	D	E	F
1	CÓDIGO	COMPONENTE	COSTO	SEGUROS	BENEFICIOS MARGINALES	TOTAL
2						
3	C	Carpintero	6.25	20%	10%	\$8.13
4	AC	Ayudante de Carpintero	5.60	20%	10%	\$7.28

Figura 3. Hoja de cálculo “ManoObraEquipo”

	A	B	C	D	E
1	BRIGADA	COMPONENTE		EXT.	TOTAL
2		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		
3	B32	C	Carpintero =VLOOKUP(B3,ManoObraEquipo!\$A\$3:\$F\$65536,3,FALSE)	\$8.13 =VLOOKUP(B3,ManoObraEquipo!\$A\$3:\$F\$65536,FALSE)	\$15.41 =SUM(D3.D4)
4		AC	Ayudante de Carpintero =VLOOKUP(B4,ManoObraEquipo!\$A\$3:\$F\$65536,3,FALSE)	\$7.28 =VLOOKUP(B4,ManoObraEquipo!\$A\$3:\$F\$65536,6,FALSE)	
5					

Figura 4. Hoja de cálculo “Brigadas”, que obtiene datos de la hoja de cálculo “Mano de Obra y Equipo”

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	CÓDIGO	PARTIDA	UNIDAD	UNIDADES POR HORA	BRIGADA	MANO OBRA Y EQUIPO	MATERIALES	TOTAL
3								
4	031104552000	Formaleta de pared, plywood, hasta 8' de alto	PCAC	100	B32	\$1.54 =VLOOKUP(E4,Brigadas!\$A\$3:\$E\$65536,5,FALSE)/d4)	\$2.00	\$3.54

Figura 5. Hoja de cálculo “Base de Datos” que obtiene datos de la hoja “Brigadas”

¿Que capacidad para tiene una computadora personal para utilizar hojas de cálculo en tres dimensiones dado los enlaces y las funciones arriba indicadas? Para tener una idea de la contestación a esta pregunta se entró una base de datos de 13,800 partidas utilizando tablas en tres dimensiones con los enlaces descritos arriba. Las hojas de cálculo utilizadas son: Mano de Obra, Brigadas, Base de Datos, Estimado y Resumen. La computadora es una Pentium 4 de 1.8 Mhz. con 512 Megabytes de RAM. El programa trabajó bien especialmente cuando se desactiva los cómputos automáticos (Tools-Options-Calculations-Manual). Esto requiere oprimir F9 cada vez que se desea que Excel actualice los cómputos.

1.4 Automatización con *Visual Basic for Applications*

Los macros en Excel permiten programar las tareas repetitivas y automatizar la creación de estimados de costo. El lenguaje de programación de macros, *Visual Basic for Applications*, está forma parte de Excel y se llega al editor por medio de *Tools, Macro, Visual Basic Editor*. Algunos de los procesos que se pueden automatizar son el navegar por la Base de Datos, copiar las partidas, modificar la base de datos y guardar el estimado. A continuación se describen algunos macros de un programa donde se han implementado este concepto.

Para navegar se creó un *toolbar* atado a macros que facilitan la navegación en la Base de Datos. Los códigos utilizados en el *toolbar* son los del *Masterformat 95* del *Construction Specification Institute*. La Figura 6 ilustra que al seleccionar *3-Concrete, 033-Cast in Place Concrete*, la pantalla automáticamente muestra los datos correspondiente de la base de datos.

Para copiar partidas de la base de datos a la hoja de cálculo donde está el estimado se utilizó otro macro. El usuario coloca el cursor en cualquier partida de la base de datos y oprime en el *toolbar* la flecha \rightarrow . El programa copia esta partida en el próximo espacio vacío en la hoja de cálculo titulada Estimado, y abre una ventana donde solicita se entre la cantidad de la partida correspondiente. Para calcular los costos se debe oprimir F9 (*Calc Now*). Esto se ilustra en la Figura 7. El usuario puede cambiar de hoja de cálculo a su voluntad para trabajar con la base de datos y con el estimado.

1.5 Excel y Access

Otro enfoque utilizado para crear estimados es utilizando el programa Access como base de datos y pasar los resultados a Excel. Access provee una manera más eficiente de manejar grandes cantidades de datos, resultando en búsquedas más rápidas. Access permite organizar la base de datos para por medio de "Query", los que se pueden manejar con macros en *Visual Basic for Applications*. Cuando utilizamos Access para manejar los datos y Excel para hacer el estimado, hay que indicar en Access donde va a exportar los resultados a Excel.

El programa requiere una base de datos en Access. En esta base de datos se encuentran las partidas necesarias para estimar los costos. Esta base de datos se puede entrar manualmente a Access o si se tiene en Excel u otro programa, se puede exportar a Access. Luego esta base de datos se organiza por medio de "Query" logrando que cada "Query" represente una división de la base de datos. En nuestro caso la división corresponde a las divisiones del Masterformat 95. La selección de las divisiones se logra por medio de un "Main form". Al seleccionar la división en el "Main form" se provee acceso a las partidas en la división. Lo que hace falta es el comando para que la partida seleccionada se añada a la hoja de estimado, que se encuentra en Excel. Este se logra por medio de *Visual Basic for Applications (VBA)*. En VBA se define **L** indicando en que fila de Excel se va a exportar la partida seleccionada en Access. Cada vez que se escribe una fila se incrementa este contador. También se indica el lugar en las columnas de Excel que se debe añadir un dato. El total de cada partida se calcula multiplicando la cantidad por los costos.

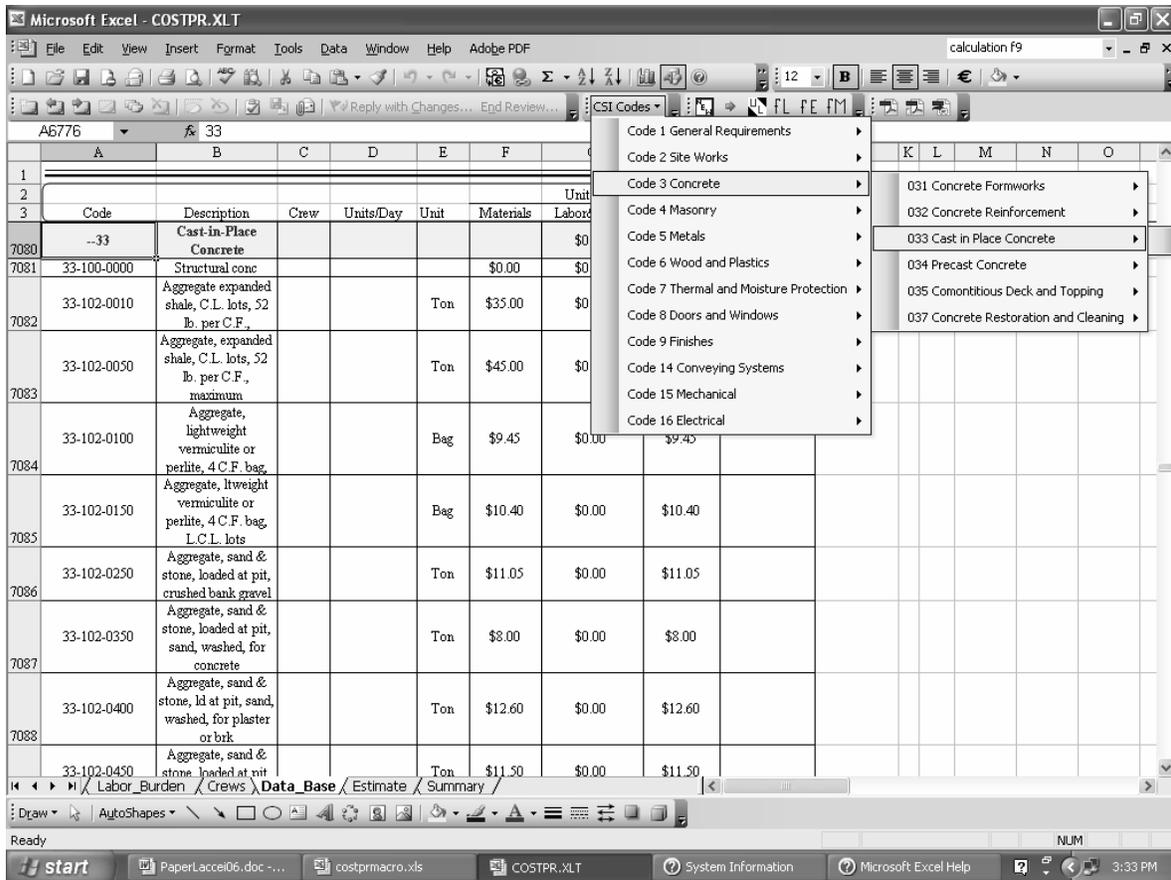


Figura 6. Macros atados a toolbar para facilitar navegar en la Base de Datos.

La base de datos en nuestro ejemplo tiene los siguientes campos: ID, Código, Date, Categoría, descripción, descripción 2, cat., unidad y precio. A esta base de datos se le han preparado varios “Query”, cada uno representando las partidas en una división. Esto agiliza la búsqueda ya que al activar el “Query” correspondiente a una división solo se provee acceso a las partidas de dicha división. La Figura 8 muestra la pantalla que presenta el programa Access con el formulario que provee la opción de seleccionar los diferentes “Query”, y con el “Query” correspondiente a Hormigón abierto. Una de las opciones en el “Query” es Añadir al Estimado. Este opción activa un macro en *Visual Basic for Applications* que pasa la partida al programa Excel y lo coloca en el próximo lugar vacío. Esto requiere que se tenga el programa Excel abierto según se muestra en la Figura 9. También requiere que en *Visual Basic for Applications* de Access se haya activado las referencias entre Access y Excell, lo que se logra de la siguiente forma: *Tools-Reference-Microsoft Excel 11.0 Object Library*. La instrucción en Access que copia el contenido del campo “Codigo” de la partida seleccionada, a Excel es la siguiente:

`xlApp.Workbooks(1).Worksheets(1).Cells(L + 9, 1) = Código`

Indicando que L+9 significa que comienza en la 10 para la primera partida seleccionada, y el 1 que es la primera columna. El código siempre se almacena en la primera columna.

La ventaja principal de utilizar Access para manejar los datos es que el número de partidas que se puede manejarse con agilidad es bien alto. Éste está determinado por la capacidad de disco de la computadora y en términos prácticos es mayor de lo que usualmente se requiere.

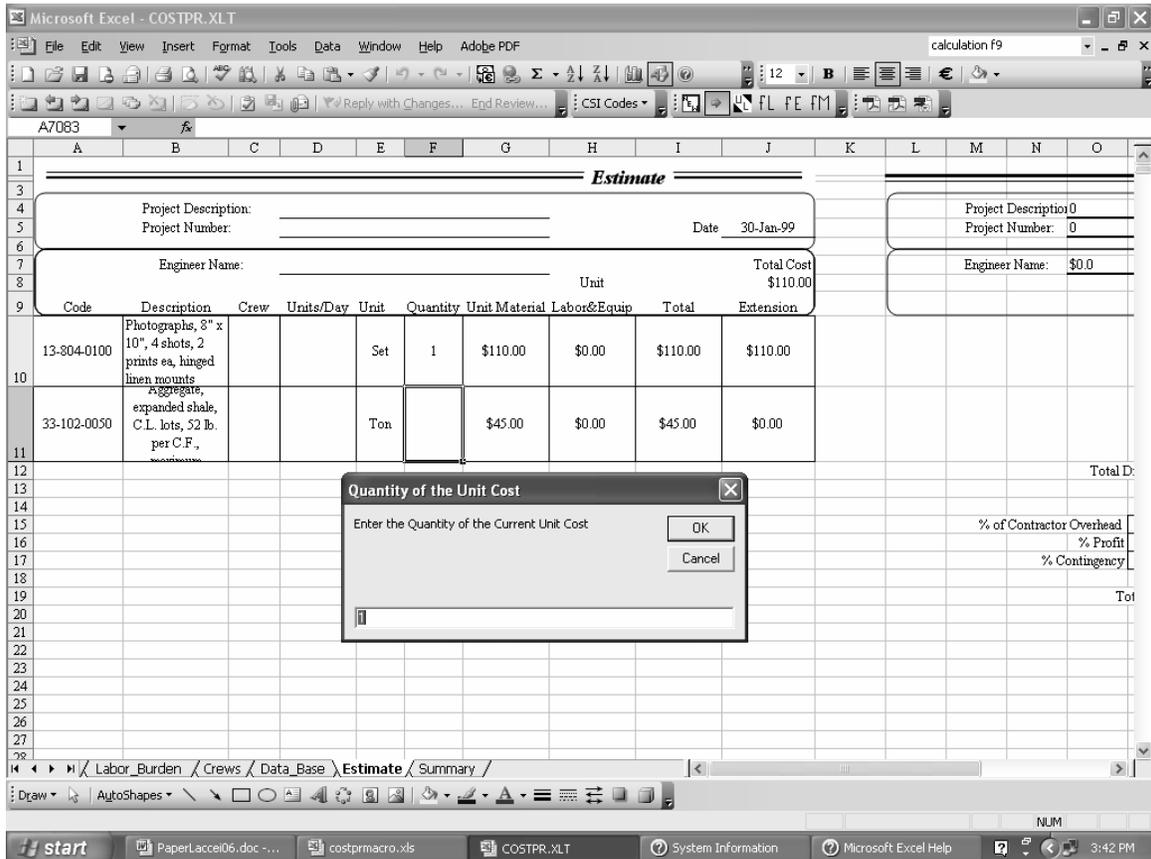


Figura 7. Luego de copiar una partida de la Base de Datos al Estimado, el programa solicita se entre la cantidad de la partida.

2. Conclusión y Recomendaciones

La hoja de cálculo es muy útil para preparar estimados de costo. Hay diversos enfoques que se pueden utilizar para estimar costos con Excel. Estos incluyen las siguientes: 1) el utilizar la hoja de cálculo como herramienta para hacer cálculos, 2) el tener una base de datos en una hoja de cálculo y hacer el estimado en otra copiando las partidas de una a la otra, 3) el utilizar una base de datos en tres dimensiones por medio de enlaces entre hojas de cálculo junto a la utilización de macros para automatizar el procedimiento, y 4) el utilizar Excel junto a Access. Mientras más opciones, más tiempo de programación requiere la aplicación. Con una computadora normal (digamos Pentium 4 con 1.8 Mhz) Excel la opción 3) arriba es apropiada para manejar unos 13,800 datos. La opción de utilizar Excel junto a Access es la preferida cuando se tiene una cantidad mayor de datos. La tercera y cuarta opción requiere conocimientos en programación en *Visual Basic for Applications* pero el programa resultante es mucho más fácil de utilizar.

3. Referencias

Paulson, Boyd,, (1995) *Computer Applications in Construction*, McGraw Hill.

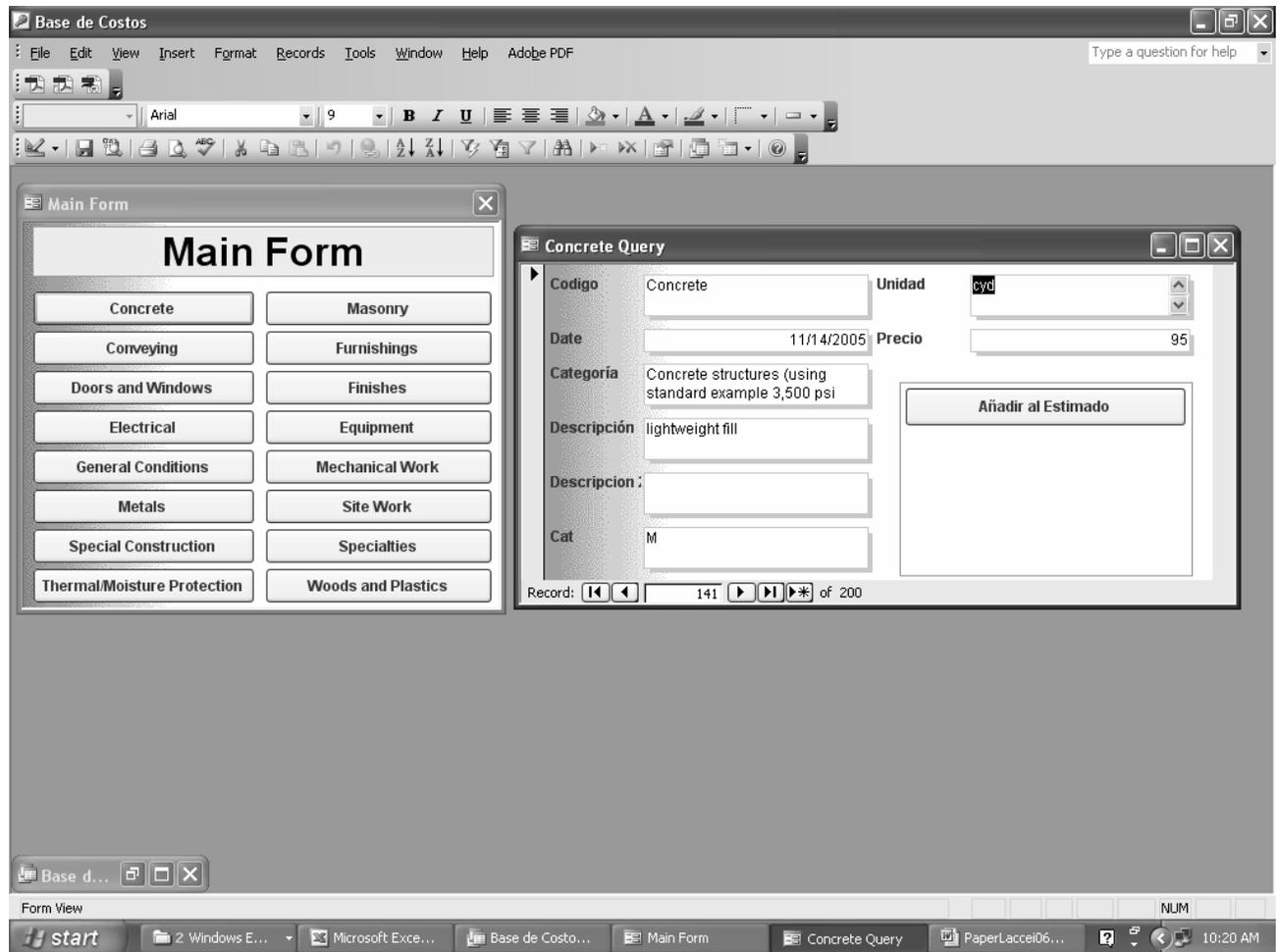


Figura 8. Access con opción de seleccionar las divisiones y a la derecha el “query” correspondiente a Hormigón.

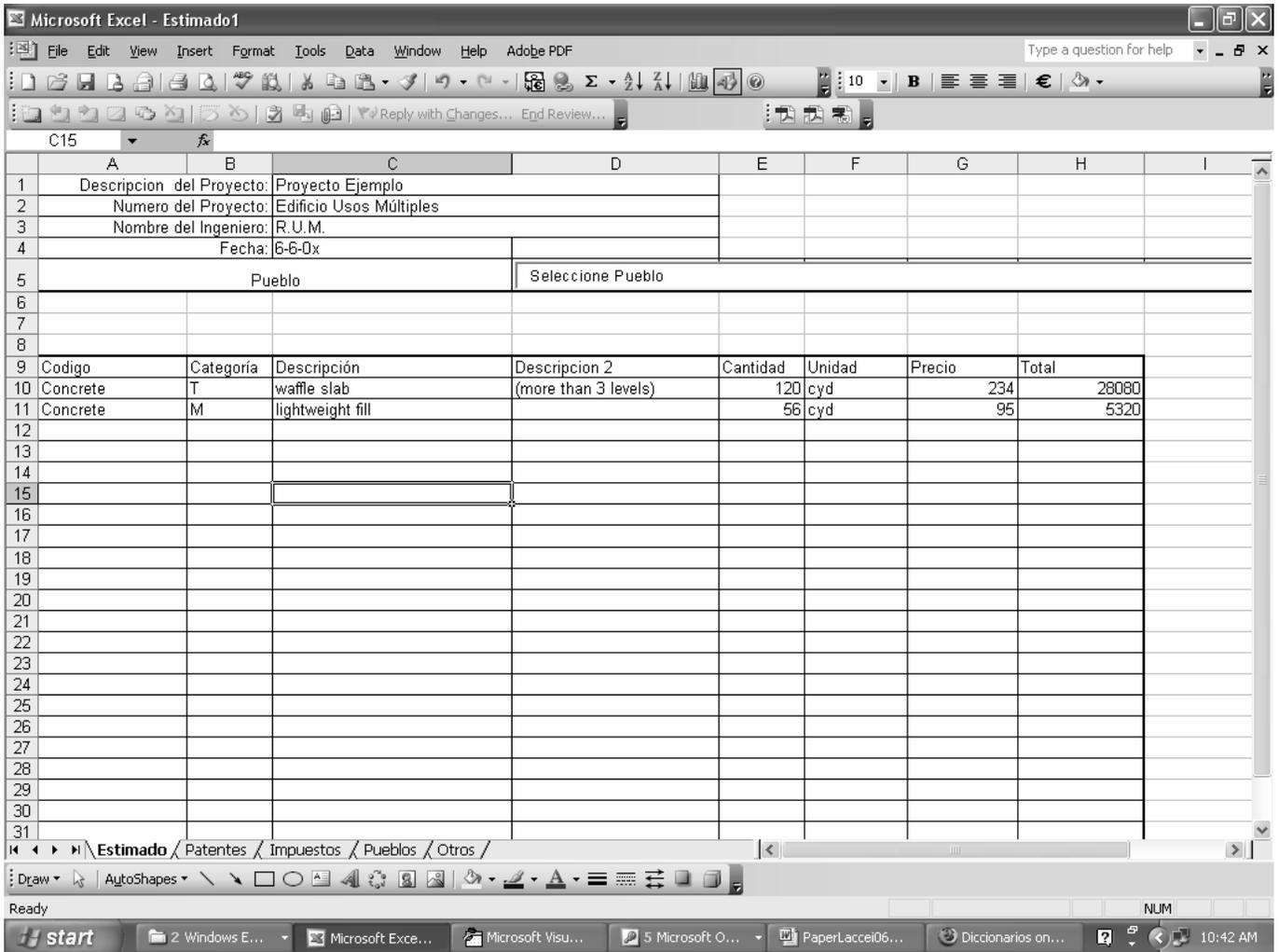


Figura 9. Hoja de cálculo en Excel mostrando la información recibida de Access.

4. Autorización y Límite de Responsabilidad

Los autores autorizan a LACCEI a publicar este documento en las compilaciones de la conferencia. Ni LACCEI ni los editores son responsables por el contenido ni por lo expresado en este trabajo.