

GENERADOR UNITARIO

Presentado por: Norman Augusto Castaño Silva
Estudiante de ingeniería civil Universidad de Antioquia
Asesor interno: Sebastián Sepúlveda Cano
Modalidad práctica industrial
Trabajo de grado.



Universidad de Antioquia
Medellín
Abril 2019

Resumen

Cuando se elabora un presupuesto de obra civil el personal técnico necesita tiempo, el cual en algunas situaciones es limitado, debido a la dinámica de las licitaciones. Para contrarrestar el problema anterior, fue gestionada una herramienta que permite acortar el tiempo de ejecución de presupuestos.

El generador unitario es un aplicativo el cual está gestionado en el entorno de Excel, el permite visualizar el análisis unitario de varias actividades civiles y de esta forma generar la cotización.

Este aplicativo es usado para participar en la licitación del proyecto balcones de la antigua, el cual está ubicado en el municipio de Santa fe de Antioquia. Tres empresas se postularon para la licitación del proyecto, la cual se ganó CEDIN S.A.S.

Introducción

¿Se puede hacer un presupuesto de obra civil más rápido? Las grandes empresas constructoras en Colombia tienen software, que ayudan a realizar cotizaciones de una forma eficiente. En cambio, pequeñas empresas aún utilizan hojas de cálculo, para hacer sus trabajos. Esto no significa que sean cotizaciones malas, solo toma más tiempo su ejecución. Por lo tanto, se hace un programa, que mejore la eficiencia de un presupuesto.

En una cotización hay varias actividades, las cuales se deben analizar unitariamente (APU'S). El análisis unitario de cada actividad se compone de los siguientes factores: equipos, materiales, transporte y mano de obra. El programa generador unitario, cuenta con una base de datos de CAMACOL, la cual ayuda a conocer los precios actuales de cada uno de los factores. Igualmente, esta información se relaciona con los rendimientos de obra, para así conocer el precio de cada actividad.

El tiempo es un componente básico, cuando se hace una cotización. Por lo anterior se busca que el programa tenga una interfaz cómoda y sencilla, para su uso. Por consiguiente, el programa se estructura por medio de formularios y listas desplegables en Excel, con la ayuda de Visual Basic. Una prioridad del programa es su aplicación en procesos de licitaciones en los cuales la empresa está postulada, así demuestra cómo se disminuye el tiempo de elaboración de cada presupuesto.

Objetivos

General

- Realizar un programa que mejore el proceso de un presupuesto.

Específicos

- Formar una base de datos con precios actuales en el mercado (equipos, materiales, transporte y mano de obra).
- Relacionar, costos de recursos, rendimientos, y así obtener un APU.
- Utilizar el programa como herramienta en la licitación del proyecto Balcones de la Antigua.

Marco teórico

Para el desarrollo de un presupuesto de obra civil, se tiene presente conceptos de campo. Así se tiene un buen manejo de los elementos para realizar una cotización.

La estimación de costos con frecuencia se utiliza para describir el proceso mediante el cual se pronostican las consecuencias presentes y futuras de los diseños de ingeniería. La dificultad inicial en las estimaciones para los análisis económicos consiste en que la mayor parte de los proyectos prospectivos son relativamente únicos. Entonces no existen datos anteriores que se puedan usar sin un cambio sustancial (Sullivan, Wicks, & Luxhoj, 2004).

Cabe agregar, que un presupuesto se compone de dos costos: indirectos y directos. El primero se refiere a requerimientos necesarios para un proceso constructivo, del cual resulta un producto, pero no se incluye mano de obra, maquinaria o materiales. Generalmente estos costos están representados por la dirección técnica, la dirección administrativa, organización, supervisión, acarreos y prestaciones sociales, correspondientes al personal técnico (Beltrán Razura, 2011).

Por otro lado, los costos directos se definen por la suma de los costos de materiales, mano de obra, y equipo necesario para realizar un proceso productivo. El proceso de elaboración de un costo directo se realiza a partir del estudio de los planos de obra y sus detalles. Posteriormente con los costos directos de cada actividad, se llegará a los precios unitarios y luego al presupuesto (Beltrán Razura, 2011).

Como se ha mencionado anteriormente una actividad se divide en factores, uno de ellos es la mano de obra, ella corresponde al aporte humano técnico o básico, con el fin de cumplir una actividad específica. El costo de la mano de obra está relacionado directamente con los salarios de cada uno de los individuos. Por otro lado, con igual importancia están los materiales. Su adquisición es vital, porque influye con gran porcentaje el costo de una actividad. Se recomienda hacer un estudio adecuado de los materiales, la falta de alguno de ellos en la evaluación de una actividad, ocasionaría un mal análisis unitario (Beltrán Razura, 2011).

Con referencia a lo anterior, los costos incluidos en la mano de obra son los jornales que se le pagan al trabajador. Los jornales son pagos que se hacen sobre una base de horas o días. El sueldo es el pago fijo que se hace desde la parte gerencial de la obra (Polimeni, Fabozzi, & Adelberg, 1997). Pero no solo este es el costo de un trabajador, también se suma el pago de vacaciones, festivos, prestaciones sociales, dotación y elementos de protección. Estos últimos costos se resumen en un factor prestacional.

El objetivo de cada presupuesto es dejar una utilidad al contratista al culminar el proyecto. La utilidad es la retribución que corresponde por cada elemento expuesto en obra, este es el resultado de cada esfuerzo e inversión de capital. Esta ganancia debe ser lícita, justa en función del capital expuesto, y la tecnología aplicada (Beltrán Razura, 2011).

Para alcanzar las ganancias propuestas, cada actividad debe realizarse en un tiempo establecido, el cual se logra teniendo buenos rendimientos. Por consiguiente, la relación entre producción de una actividad con el tiempo de ejecución debe ser óptimo. Comúnmente las unidades de rendimiento se rigen del sistema internacional, por ejemplo; toneladas, metros cuadrados, metros lineales con relación a unidades de tiempo, semanas, jornadas u horas (Jorge Luis Castillo Tufiño, 2007).

Metodología

Por medio del programa ofimático Excel, se hace un formulario en visual basic, el diseño tiene los cuadros de textos necesarios para agrupar la información. La base de cada APU son cuatro elementos; equipos, mano de obra, materiales y transporte. Cada elemento se subdividió en descripción de la actividad, unidad de medida, valor unitario y cantidad. Esta distribución se puede observar en la Figura 1.

Figura 1: formulario.

APU'S

ITEM

EQUIPO	UNIDA	FACTOR	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					

MATERIAL	UNIDA	FACTOR	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					

MANO DE OBRA	UNIDA	FACTOR	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					
<input type="text"/>					

TRANSPORTE	UNIDA	FACTOR	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<input type="text"/>					

TOTAL COSTO DIRECTO

El formulario cuenta con la herramienta combobox1 el cual es el menú desplegable asociado al listado de ítems o actividades, el código menú desplegable llama las variables en la hoja donde está la base de datos de Camacol, para luego relacionarlo con otras funciones del formulario.

El formulario se hace con el comando userform el cual se activa con las herramientas de programador, luego se establece el diseño Figura 1, insertando varias entidades de textbox, a las cuales se les cambiaron sus atributos como dimensiones, posición y su nombre. Este último atributo es importante para la programación, los nombres de las entidades se relacionan con el código de programación, donde se nombran de acuerdo con su función en el formulario, por ejemplo; Textdescripcionequipo1, lo cual significa texto descripción equipo primera fila.

Figura 2: Código menú

```
Sub consultarRegistro()  
Dim ultFila As Long  
Dim rango As String  
Dim filaRegistro As Long  
Dim item As String  
Dim Descripción_equipo_1 As String  
  
ultFila = Range("D" & Rows.Count).End(xlUp).Row  
rango = "D5:D200"  
  
If Len(frmapus.ComboBox1) = 0 Then  
    MsgBox "INGRESE POR FAVOR EL APU"  
    Exit Sub  
End If  
  
filaRegistro = filaExisteRegistro(frmapus.ComboBox1, rango)  
  
If filaRegistro = 0 Then  
    MsgBox "EL ANALISIS UNITARIO NO EXISTE"  
    Exit Sub  
End If
```

Como se aprecia en el Figura 2, primero se estableció las variables y el tipo de cada una de ellas. La variable rango de tipo cadena toma los valores (nombres de las actividades) y los muestra en el menú desplegable. Cuando no se elige una actividad en el combobox1 el código muestra una ventana emergente la cual avisa "ingrese por favor el apu". De la misma forma, en el combobox1 al no ingresar un valor correspondiente a la base de datos, la macro dice "El análisis unitario no existe".

En el menú desplegable del formulario se describen las actividades, a las cuales se les realiza el análisis de precio unitario. En la lista se ubican primero las tareas preliminares como demoliciones, excavaciones, concretos, pavimentos etc. En la Figura 3 se observa la presentación de las actividades en el formulario.

Figura 3: menú desplegable.

The screenshot shows a software window titled "APU'S" with a close button (X) in the top right corner. The main area contains a form with several sections:

- ITEM:** A dropdown menu is open, showing a list of construction activities with their units:
 - Desmante y limpieza en bosque [Ha]
 - Demolición de edificaciones [Ha]
 - DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS [m3]
 - DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS [m2]
 - DEMOLICIÓN DE PISOS Y ANDENES DE CONCRETO [m2]
 - DEMOLICIÓN DE BORDILLOS DE CONCRETO [m]
 - REMOCIÓN DE ALCANTARILLAS [m]
 - EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN Y CANALES [m3]
- EQUIPO:** A table with two columns: "UNITARIO" and "TOTAL".
- MATERIAL:** A table with five columns: "UNIDA", "FACTOR", "CANTIDAD", "PRECIO UNITARIO", and "TOTAL".
- MANO DE OBRA:** A table with five columns: "UNIDA", "FACTOR", "CANTIDAD", "PRECIO UNITARIO", and "TOTAL".
- TRANSPORTE:** A table with five columns: "UNIDA", "FACTOR", "CANTIDAD", "PRECIO UNITARIO", and "TOTAL".
- TOTAL COSTO DIRECTO:** A single text input field at the bottom right.

A "CONSULTAR" button is located in the top right corner of the form area.

Para desarrollar los apu's, se hace el cálculo entre los valores de factor, cantidad y precio unitario. Lo anterior para cada elemento de la actividad equipo, material, mano de obra y transporte. Como se realiza un procedimiento aritmético el cual debe ir en un cuadro de texto del formulario, se configura cada uno de los textbox para que se muestre un número con cantidad establecida de decimales. El código de programación utilizado para este propósito se ve en la Figura 4. El formato número se establece en moneda pesos con dos decimales, los dos ceros después del punto indican la cantidad de decimales, si en alguna operación aumenta el número de decimales, el programa lo aproxima.

Figura 4: código formato número.

```
Private Sub txtPreciounitariolma_Change()  
txtPreciounitariolma = Format(txtPreciounitariolma, "$ #,000.00")  
End Sub
```

Se crea una función ver Figura 5, la cual busca la actividad elegida en la base de datos. Todos los datos de Camacol se guardan en una hoja nombrada apus, la función graba la opción elegida por el usuario y la almacena en una variable para luego buscarla en los datos, este proceso devuelve el número de fila donde se encuentra la actividad elegida. El código se ve en la siguiente figura.

Figura 5: función fila existe registro.

```
Private Function filaExisteRegistro(noIdentificacion As String, rangoConsulta As String) As Long  
Dim numeroFila As Long  
  
numeroFila = 0  
  
With APUS.Range(rangoConsulta)  
Set c = .Find(noIdentificacion, LookIn:=xlValues)  
  
If Not c Is Nothing Then  
numeroFila = c.Row  
End If  
End With  
  
filaExisteRegistro = numeroFila  
  
End Function
```

Con la función anterior se obtuvo el valor que indica la fila donde se encuentra la actividad elegida en la base de datos, para concretar la ubicación de una celda en una hoja de cálculo falta el valor de la columna, para ello se dispone de un orden específico para la consignación de valores en la base de datos.

Hay cuatro pilares en el formulario; equipo, material, mano de obra y transporte. En este orden se ingresan los datos para cada una de las actividades, lo anterior se visualiza en la Tabla 1. Como se aprecia en la Figura 1, los grupos equipo y material se componen de cuatro filas cada uno. Por lo tanto, en la base de datos una fila corresponde para equipo1, equipo 2, equipo 3, etc. De la forma anterior se ingresan los datos para los grupos restantes.

Tabla 1: tabla base de datos

ítem	Código	Descripción_equipo_1	Descripción_equipo_2	Descripción_equipo_3
Desmonte y limpieza en bosque [Ha]	1000	Herramienta menor	Bulldozer 140 Hp	Cargador 125 hp
Demolición de edificaciones [Ha]	1001	Herramienta menor	Carcador 125 hp	Compresor 120 hp con martillo
DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS [m3]	1002	HERRAMIENTA MENOR (%)	Compresor 120 HP, con martillo.	Equipo de oxicorte
DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS [m2]	1003	HERRAMIENTA MENOR (%)	Cargador: Potencia en el volante 125 hp	Compresor 120 HP, con martillo.
DEMOLICIÓN DE PISOS Y ANDENES DE CONCRETO [m2]	1004	HERRAMIENTA MENOR (%)	Cargador: Potencia en el volante 125 hp	Compresor 120 HP, con martillo.
DEMOLICIÓN DE BORDILLOS DE CONCRETO [m]	1005	HERRAMIENTA MENOR (%)	Compresor 120 HP, con martillo.	-
REMOCIÓN DE ALCANTARILLAS [m]	1006	HERRAMIENTA MENOR (%)	Retroexcavadora, Potencia en el Volante 78 HP	-
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN Y CANALES [m3]	1007	HERRAMIENTA MENOR (%)	Bulldozer, Potencia al volante de 140 HP	Retroexcavadora sobre oruga, potencia 138 HP
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE PRÉSTAMOS [m3]	1008	HERRAMIENTA MENOR (%)	Retroexcavadora sobre oruga, potencia 138 HP	-
REMOCIÓN DE DERRUMBES [m3]	1009	HERRAMIENTA MENOR (%)	Bulldozer, Potencia al volante de 140 HP	Cargador: Potencia en el volante 110 hp

Cuando se completa la base de datos con todas las actividades, se organiza un algoritmo para relacionar el formulario con toda la información. El formulario necesita tomar los valores de la base de datos y mostrarlos en pantalla. Para lograr lo anterior, se asignan valores a cada una de los textbox. La función fila existe registro indica la referencia de la celda en la base de datos, este valor se guarda en una variable y se asigna a el textbox requerido. Lo anterior se ve en la Figura 6.

Figura 6: código valor textbox.

```

item = APUS.Cells(filaRegistro, 4)
Descripción_equipo_1 = APUS.Cells(filaRegistro, 6)
Descripción_equipo_2 = APUS.Cells(filaRegistro, 7)
Descripción_equipo_3 = APUS.Cells(filaRegistro, 8)
Descripción_equipo_4 = APUS.Cells(filaRegistro, 9)

```

Resultados y análisis

Ubicación proyecto Balcanes de la antigua.

La aplicación generador unitario se utilizó en la licitación del proyecto Balcones de la Antigua, el cual corresponde a la tercera etapa de la parcelación La Antigua. La empresa contratante es aromas de Colombia S.A.S. Este proyecto se encuentra ubicado en el municipio de santa fe de Antioquia con coordenadas Norte 1218935,929. Este 807391,757. El objetivo del proyecto es desarrollar

cincuenta y dos lotes en un terreno que tiene un área total 201.147,03 metros cuadrados. Cada lote según la entidad de planeación de Santa Fe de Antioquia debe tener como mínimo 2700 metros cuadrados de área total. Además, la parcelación debe tener un sistema de vías en placa huella que llegue a cada uno de los lotes. En la Figura 7 se puede ver el área del proyecto.

Figura 7: Balcones de la Antigua.



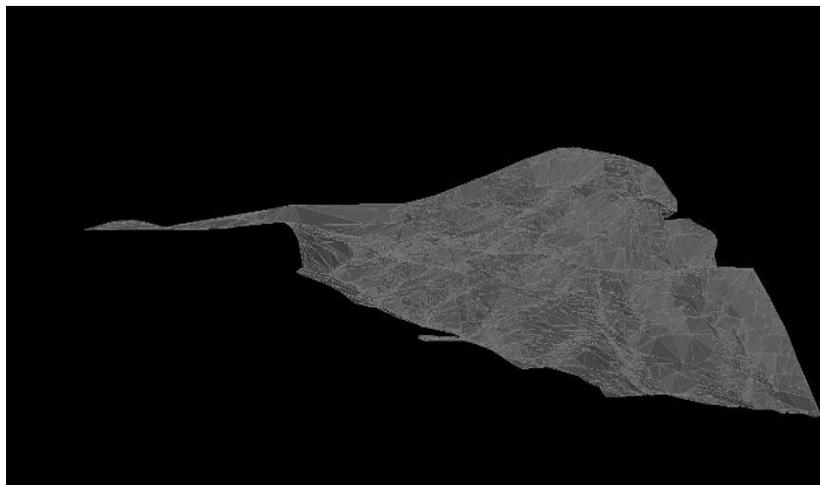
Cada lote debe tener como ya se mencionó 2700 metros cuadrados de área total, además se debe realizar una explanación de 800 metros cuadrados como mínimo para cada uno de ellos. El proyecto le entrega a cada comprador un lote con suministro de agua potable y agua para riego de plantas. Cabe recordar que Santa fe de Antioquia en un municipio el cual tiene una temperatura promedio de 35 grados centígrados, por lo cual un sistema de riego es fundamental para tener un diseño adecuado de flora y paisajismos que resalten el diseño. En la Figura 8 se puede constatar la configuración de lotes para este proyecto.

Figura 8: división lotes balcones de la antigua.



Para llevar un control de excavación y llenos en cada uno de los lotes realizados. Se elaboro un modelo digital de la zona ver Figura 9, con esta información se planteó una red de curvas de nivel. Con la información digital se simulo cada una de las terrazas a intervenir para lograr una excavación compensada respecto a los llenos. Debido a lo anterior se disminuye el transporte interno de material, cada lote genera su material de lleno con la excavación hecha.

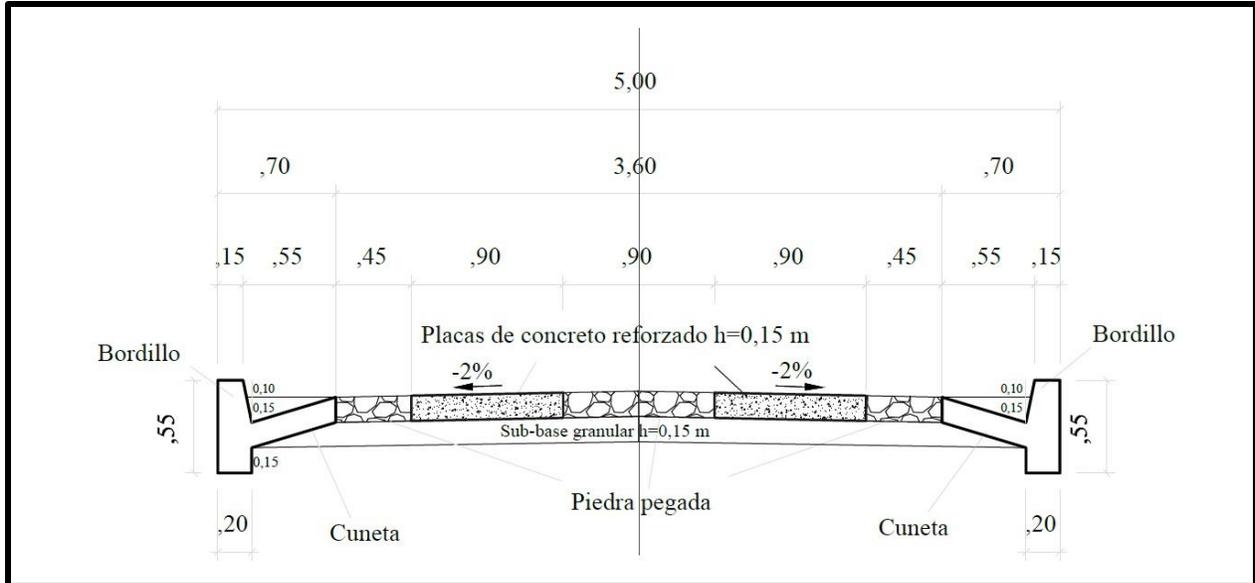
Figura 9: modelo digital topográfico.



Vías

Las vías del proyecto se diseñan para que todo lote de la parcelación tenga un acceso, además por el alineamiento de las vías pasan las redes de acueducto y sistema de riego. El proyecto cuenta con 1956 metros de vías, las cuales se construyen en placa huella, siguiendo el diseño de vías terciarias del ministerio de transporte. En la Figura 10 se observa la sección típica del diseño.

Figura 10: diseño placa huella.



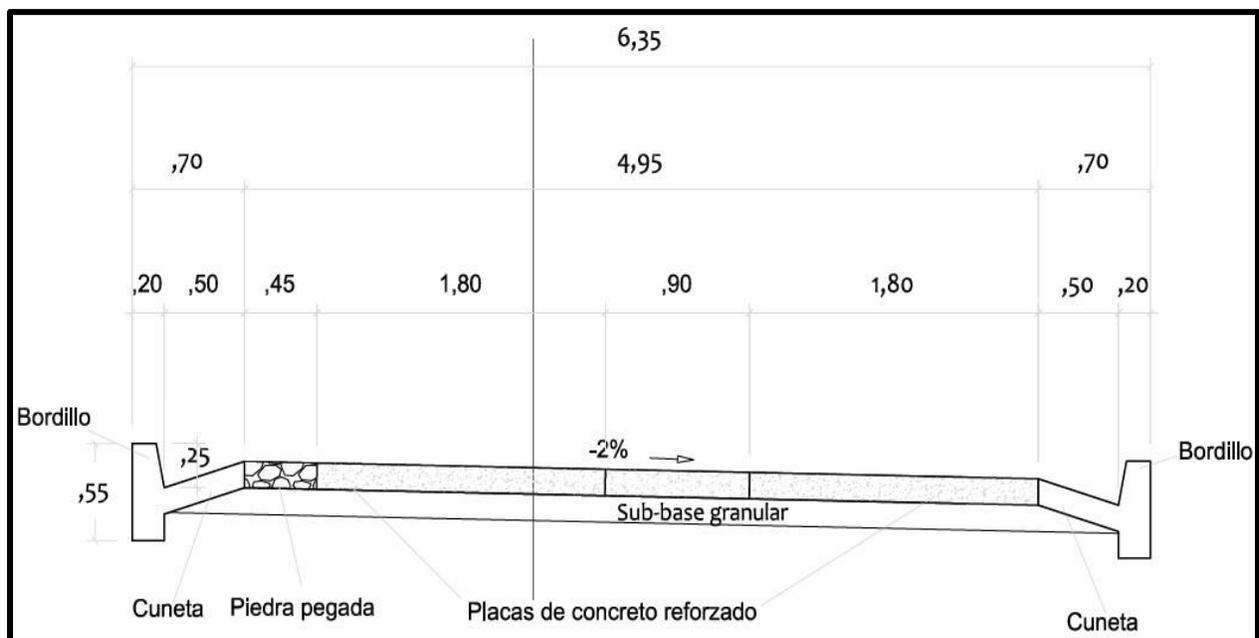
Como se observa en la imagen anterior la placa huella tiene cunetas ellas son de concreto de 21 MPa, al igual que las placas reforzadas, también está el concreto ciclópeo que separa las placas. Toda esta estructura es soportada por una subrasante de 0.15 metros de espesor, con Sub-base granular como material. El sistema de vías de la parcelación tiene 1956.812 metros lineales, contando las longitudes de sus ocho vías. Esta información esta consignada en la Tabla 2.

Tabla 2: vías parcelación

Vía	Longitud (m)
Eje 1	195.391
Eje 2	212.298
Eje 3	300.274
Eje 4	254.903
Eje 5	90.008
Eje 6	110.678
Eje 7	84.008

Con la información anterior se calcula las cantidades de concreto y aceros correspondientes al sistema de placa huella. Usualmente en una vía tiene cunetas en los tramos tangentes (ambos lados) y en las curvas en el lado donde el borde de vía baja en el peralte. En este caso al ser una vía privada y con una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, se opta por tener cunetas en ambos bordes sin importar si es curva o tangente. Por lo anterior, la longitud de cunetas es el doble de la longitud de la placa huella. En la Figura 11 se muestra la sección transversal de la vía en curva.

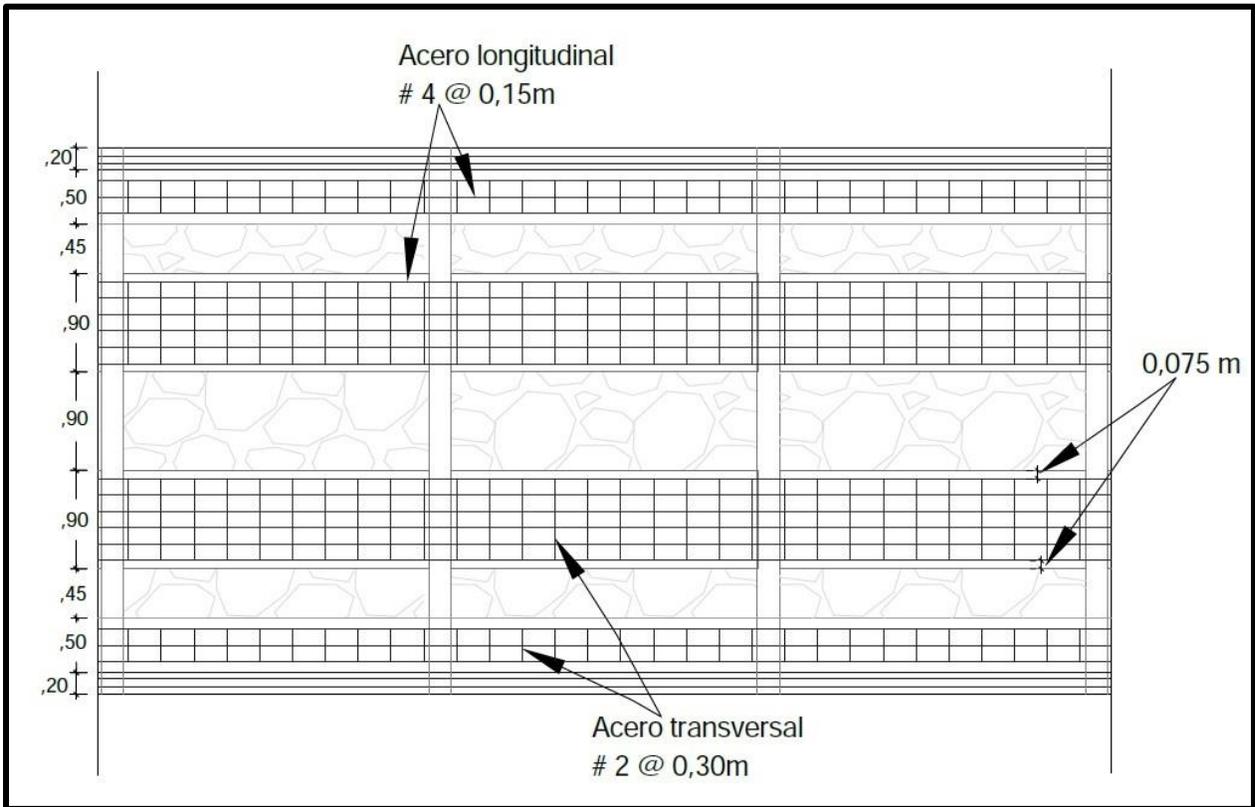
Figura 11: sección transversal de la vía en curva.



Guía de diseño de pavimentos con placa huella ministerio de transporte.

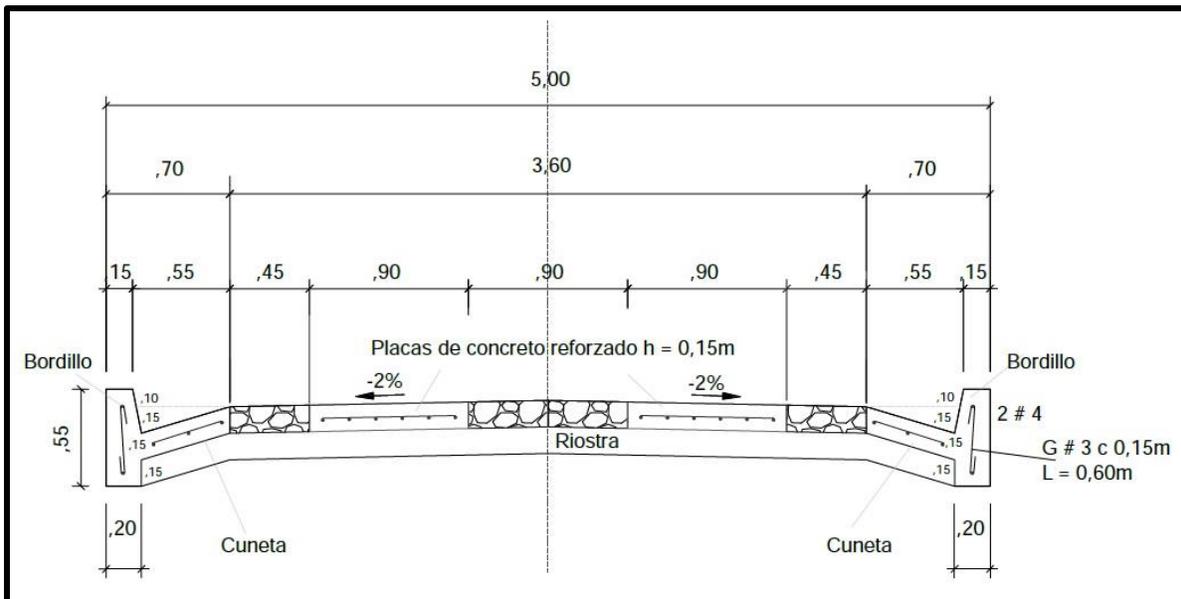
Para calcular el acero de obra en la placa huella, se estudian los diseños estructurales propuestos por el ministerio de transporte. Este pavimento rígido está diseñado para bajos volúmenes de transporte y un periodo de funcionamiento de 20 años, además este sistema permite un bajo costo de mantenimiento, ya que se reduce a la limpieza de las obras hidráulicas. Por los criterios anteriores se toma la decisión de hacer un concreto reforzado, como se observa en la Figura 12.

Figura 12: detalle acero en planta.



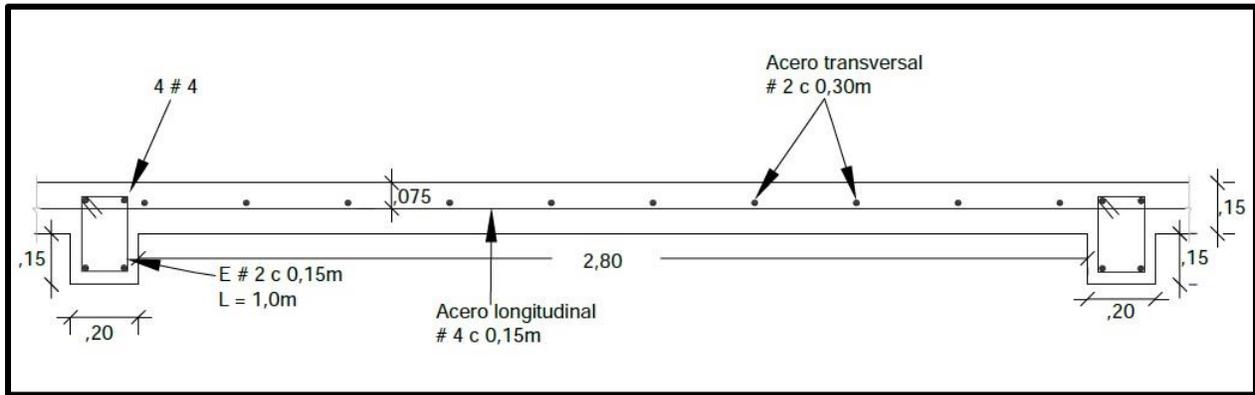
Guía de diseño de pavimentos con placa huella ministerio de transporte.

Figura 13: detalle acero corte transversal.



Guía de diseño de pavimentos con placa huella ministerio de transporte.

Figura 14: detalle acero corte longitudinal.



Guía de diseño de pavimentos con placa huella ministerio de transporte.

Obras hidráulicas

La topografía del proyecto es de tipo escarpada, por esta razón hay pequeñas cuencas que atraviesan la zona de trabajo. Estas cuencas la mayor parte del año no presentan acumulación de agua, debido a que la lluvia en el municipio de Santa fe de Antioquia es baja. De igual manera se efectúan cálculos hidráulicos para las obras transversales del proyecto. Se construyen 12 obras transversales y dos box couverts, estos elementos más las cunetas de las vías fueron las solución para controlar la hidráulica de la parcelación.

Los dos box couverts construidos en obra tiene una longitud de 10 metros de largo y una sección cuadrada de 1.5m x 1.5m, el espesor de los muros es de 0.25 m. cada uno de los box tiene un par de aletas en la entrada y salida de la obra hidráulica para captar y encausar el afluente. En la Tabla 3 están las cantidades de acero para esta estructura.

Tabla 3: cantidades acero box couvert

Box couvert (kg)	Aletas y Placas soleras (kg)	Guarda ruedas (kg)	Total acero (kg)
2470	699	51	3220

Igualmente, las cantidades de concreto para el box couvert están consignadas en la Tabla 4, el concreto para esta obra hidráulica es de 21 MPa

Tabla 6: cantidades de obra alcantarilla tipo aleta-aleta

Ítem	Unidad	Cantidad
Excavación	m ³	49.0
Lleno	m ³	21.0
Tubería D=36"	ml	7.5
Concreto estructural	m ³	13.2
Acero	Kg	1210.0
Filtro (excavación)	m ³	6
Filtro (lleno)	m ³	6
Tubería de 4"	m	10
Geotextil NT	m ²	35

Movimiento de tierra y descapote

Con la información topográfica se crea una superficie virtual del proyecto, con esta herramienta se modeló en tercera dimensión las 52 terrazas y vías de la parcelación. Lo anterior se hace teniendo como base, las condiciones de terraceo para cada lote, donde el área plana es igual o mayor a 800 metros cuadrados, el talud de corte de relación 1:1 y para lleno 1:1. Las relaciones de taludes anteriores son aprobadas por el profesional de geotecnia del proyecto. La modelación arroja las siguientes cantidades movimiento de tierra en vías, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Cantidades de movimiento tierra en vías

Actividad	Unidad	Valor
Explanación vías	m	2107
Descapote	m ²	37922
Excavación	m ³	19136
Llenos	m ³	15903

Las cantidades de movimiento de tierra para lotes se ven en la Tabla 8.

Tabla 8: cantidades de movimiento de tierra para lotes

Actividad	Unidad	Valor
Explanación lotes	unidad	52
Descapote	m ²	81593
Excavación	m ³	38330
Llenos	m ³	39106

Presupuesto de obra

El presupuesto balcones de la antigua se realizó con la ayuda del aplicativo generador unitario, con el fin de comparar los rendimientos de elaboración respecto a métodos manuales. El programa cumplió con su propósito ya que el tiempo de ejecución se redujo, además funciona como soporte teórico para conocer los elementos que componen las actividades de obra. Lo anterior hace relevancia al personal que no tiene experiencia en la construcción y elaboración de presupuestos.

La obra se dividió principalmente en tres pilares, movimiento de tierra, obras hidráulicas y construcción de la placa huella. Para la elaboración del presupuesto hay cuatro bases; obras preliminares, movimiento de tierra, concretos y acero.

La empresa contratante aromas de Colombia solicitó un presupuesto donde los precios unitarios de los concretos y acero estén por separado, lo anterior se debe a que en otras ocasiones las obras hidráulicas se cuentan por unidad y no por sus componentes. Lo que se busca con este método de presentación fue tener cada actividad desglosada, si resulta obra extra para realizar. A continuación en la Tabla 9, se muestra el presupuesto de obra.

Tabla 9: presupuesto balcones de la antigua movimiento de tierra.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
& 1.0	VIAS					\$ 271.623.539
1	Vías	Explanación para vía de 8 metros de ancho según diseño geométrico, junto con explanación sendero peatonal de 766 ml con 3 metros de ancho.	m	2.107,0	\$ 128.915	\$ 271.623.539
1.1	Descapote	Descapote, el material se acopia para posterior uso de cubrimiento de taludes engramados	m2	37.922,0	\$ 1.302,96	\$ 49.410.898
1.2	Excavación	Excavación mecánica a cielo abierto en material común para la conformación de la vía, esta actividad incluye transporte y disposición final del material el cual se usará para complementar llenos, si las propiedades del material son aptas.	m3	19.136,9	\$ 6.652,37	\$ 127.305.658
1.3	Llenos	Llenos para conformación de la subrasante de la vía con material común, lo anterior se cumple si el material tiene las condiciones geotécnicas pertinentes.	m3	15.903,1	\$ 5.967,82	\$ 94.906.983
& 2.0	EXPLANACION LOTES					\$ 594.680.889
2	Explanación lotes	Explanación para lote con un area mínima de 800 m2 y con pendiente del 5 a 10%	unidad	52,0	\$ 11.436.171	\$ 594.680.889
2.1	Descapote	Descapote, el material se acopia para posterior uso de cubrimiento de taludes engramados	m2	81.593,5	\$ 1.302,96	\$ 106.313.056

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
2.2	Excavación	Excavación mecánica a cielo abierto en material común para la conformación de explanaciones en los lotes, esta actividad incluye transporte y disposición final del material el cual se usará para complementar llenos, si las propiedades del material son aptas.	m3	38.330,0	\$ 6.652,37	\$ 254.985.165
2.3	Llenos	Llenos para conformación de terrazas en zona de predios con material común, lo anterior se cumple si el material tiene las condiciones geotécnicas pertinentes.	m3	39.106,9	\$ 5.967,82	\$ 233.382.668
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 866.304.428
ADMON					10,00%	\$ 86.630.443
UTILIDAD					4,00%	\$ 34.652.177
IVA DE UTILIDAD					19,00%	\$ 6.583.914
VALOR TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS						\$ 994.170.962

A continuación, se presenta el presupuesto para la placa huella, las actividades analizadas son los elementos que conforman esta obra; concreto, los cuales son de 21 MPa. Cabe recordar que en esta actividad está incluido la toma de tres muestras de concreto por vaciado ejecutado para un posterior análisis de calidad en un laboratorio certificado, llenos, acero y excavaciones. Lo anterior se puede ver en la Tabla 10.

Tabla 10: presupuesto balcones de la antigua concreto placa huella.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
3.0	CONCRETO PLACA HUELLA					\$ 786.194.493
3.1	Excavación manual	Excavación manual H= 0,15 m y 0,20 m para ríostros y dentellados (incluye retiro de sobrantes y disposición interna)	m3	383,5	\$ 21.354,00	\$ 8.188.704
3.2	Cargue, Transporte, extendido, nivelación, humedecimiento y compactación de material de soporte para placa huella,	Cargue y transporte (dentro del predio), extendido, nivelación, humedecido y compactación del material, utilizado como soporte de placa huella e=0,15 m	m3	1.390,6	\$ 15.301,00	\$ 21.277.877
3.3	Concreto de 210 kg/cm ² (3.000 psi) espesor 0,15 m - Placas, ríostros, bordillo cuneta	Construcción de rieles en concreto 21 MPa espesor 15 cm y 70 cm de ancho (2 unidades) y dentellón o viga de arriostamiento cada 3 metros	m3	975,5	\$ 448.293,00	\$ 437.328.202
3.4	Concreto ciclópeo espesor 0,15 m	Concreto ciclópeo (60% concreto simple 21 MPa y piedra 40%)	m3	590,0	\$ 290.965,00	\$ 171.657.711
3.5	Acero de refuerzo, placas, ríostros	Acero de refuerzo, placas, ríostros y berna cuneta	kg	48.440,00	\$ 3.050,00	\$ 147.742.000
3.6	Conformación para confinar rieles	Lleno de conformación para confinar rieles	m3	1.095,64	\$ 3.450,00	\$ 3.779.958

En las obras hidráulicas, para las transversales se evalúa el precio para dos tipos de tuberías de 600mm y 900mm. Cuando se realiza la modelación hidráulica del proyecto el resultado dice que toda la obra se puede soportar con tubería de 600 mm, pero para tener un mejor mantenimiento se elige la tubería de 900mm. Sin embargo, se presenta el precio unitario para ambas tuberías como se aprecia en la Tabla 11.

Tabla 11: presupuesto balcones de la antigua concreto drenajes cajas y pocetas.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
4.0	CONCRETO DRENAJES CAJAS COLETORAS POCETAS					\$ 23.906.885
4.1	Excavación manual	Excavación manual 1,50 m * 1,50 m * 2,75 m.	m³	111,4	\$ 21.354,00	\$ 2.378.302
4.2	Concreto de baja resistencia 140 kg/cm² (2.000 psi) para cajas de recolección	Concreto de baja resistencia 140 kg/cm² (2.000 psi) para cajas de recolección	m³	2,0	\$ 295.890,00	\$ 599.177
4.3	Poceta pequeña para tubería de 60 cm	Concreto reforzado para caja pequeña tubería de 60 cm altura de caja 1,2 metros, de 1 x 1 espesor 15 cm y parrilla sencilla de 1/2" cada 20 cm en ambos sentidos	unidad	4,0	\$ 920.000,00	\$ 3.680.000
4.4	Poceta invias para tubería de 60 cm	Concreto reforzado para caja invias tubería de 60 cm altura de caja 1,2 metros, de 1 x 1,2 espesor 20 cm y parrilla sencilla de 1/2" cada 20 cm en ambos sentidos	unidad	3,0	\$ 2.315.000,00	\$ 6.945.000
4.5	Poceta pequeña para tubería de 90 cm	Concreto reforzado para caja pequeña tubería de 90 cm altura de caja 1,3 metros, de 1 x 1,2 espesor 15 cm y parrilla sencilla de 1/2" cada 20 cm en ambos sentidos	unidad	3,0	\$ 934.802,00	\$ 2.804.406
4.6	Poceta invias para tubería de 90 cm	Concreto reforzado para caja invias tubería de 90 cm altura de caja 2,2 metros, de 1 x 1,4 espesor 20 cm y parrilla sencilla de 1/2" cada 20 cm en ambos sentidos	unidad	3,0	\$ 2.500.000,00	\$ 7.500.000

De acuerdo con los diseños las pocetas y aletas son de concreto de 21 MPa, además en la Tabla 12 se aprecia que estas estructuras se miden por cantidad, ya que por petición de la entidad contratante se hace de esta manera. Por otro lado, la actividad box coulvert se mide por metro cubico ya que la medida del diseño puede variar en campo.

Tabla 12: presupuesto balcones de la antigua concreto cabezales, aletas y box coulvert.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
5	CONCRETO DRENAJES CABEZALES Y ALETAS					\$ 113.824.137
5.1	Excavación manual	Excavación manual 4,5 m * 2,1 m * 1,6 m para cabezales	m³	226,8	\$ 21.354,00	\$ 4.843.087
5.2	Concreto resistencia 140 kg/cm² (2.000 psi) para solados en muros y cabezales	Concreto resistencia 140 kg/cm² (2.000 psi) para solados en muros y cabezales	m³	9,2	\$ 295.890,00	\$ 2.736.810

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
5.3	Concreto para estructura muros cabezales resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi)	Concreto para estructura muros cabezales resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi) tubería de 60 cm, 15 cm de espesor	unidad	7,0	\$ 2.000.000,00	\$ 14.000.000
5.4	Concreto para estructura muros cabezales resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi)	Concreto para estructura muros cabezales resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi) tubería de 90 cm, 15 cm de espesor	unidad	6,0	\$ 2.450.000,00	\$ 14.700.000
5.5	Tubería de diámetro (36" = 0,9 m) una por cada 100 m para alcantarillas	Tubería de diámetro (36" = 0,9 m) una por cada 100 m para alcantarillas	m	60,0	\$ 752.404,00	\$ 45.144.240
5.6	Tubería de diámetro (24" = 0,6 m) una por cada 100 m para alcantarillas	Tubería de diámetro (24" = 0,6 m) una por cada 100 m para alcantarillas	m	80,0	\$ 405.000,00	\$ 32.400.000
6	BOX COULVERT					\$ 9.830.027
6.1	Excavación manual	Excavación manual 4,5 m * 2,1 m * 1,6 m para cabezales	m ³	5,6	\$ 21.354,00	\$ 119.582
6.2	Concreto resistencia 140 kg/cm ² (2.000 psi) para solados en muros y cabezales	Concreto resistencia 140 kg/cm ² (2.000 psi) para solados en muros y cabezales	m ³	0,5	\$ 295.890,00	\$ 147.945
6.3	Concreto para estructura Box Couvert resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi)	Concreto para estructura Box couvert resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi)	m ³	10,0	\$ 575.000,00	\$ 5.750.000
6.4	Acero figurado de refuerzo de 4.200 kg/cm ² (60.000 psi) para cabezal	Acero figurado de refuerzo de 4.200 kg/cm ² (60.000 psi) para box couvert	kg	1.250,0	\$ 3.050,00	\$ 3.812.500

Como se comentó anteriormente en Santa fe de Antioquia es importante tener un sistema de riego para las plantas, ya que con las altas temperaturas presentes en esta zona la vegetación que sobrevive al medio es poca. Cuando una parcelación cuenta con un diseño paisajístico la temperatura puede disminuir aparentemente dos grados centígrados. Por lo anterior se construye un tanque de agua para la red de riego el cual se presenta el presupuesto Tabla 13.

Tabla 13: presupuesto balcones de la antigua tanque de almacenamiento de agua potable

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
7	Tanque Almacenamiento Agua Potable					\$ 18.377.701
7.1	Excavación manual	Excavación manual 4,5 m * 2,1 m * 1,6 m para cabezales	m ³	29,0	\$ 21.354,00	\$ 619.266
7.2	Concreto resistencia 140 kg/cm ² (2.000 psi) para solados en muros y cabezales	Concreto resistencia 140 kg/cm ² (2.000 psi) para solados	m ³	1,5	\$ 295.890,00	\$ 443.835
7.3	Concreto para estructura Tanque almacenamiento resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi)	Concreto para estructura resistencia de 210 kg/cm ² (3.000 psi)	m ³	15,8	\$ 575.000,00	\$ 9.085.000

CODIGO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS A COSTO DIRECTO	VALOR
7.4	Acero figurado de refuerzo de 4.200 kg/cm ² (60.000 psi) para cabezal	Acero figurado de refuerzo de 4.200 kg/cm ² (60.000 psi) para box coulvert	kg	2.472,0	\$ 3.050,00	\$ 7.539.600
7.5	Accesorios salidos hidráulicas, marco, pasamanos	Accesorios pasamuros acometidas y válvulas salidas	gobal	2,0	\$ 345.000,00	\$ 690.000
8	Otros Drenajes					\$ 96.217.040
8.1	Canal rectangular escalonado, en concreto reforzado	Construcción de canal disipador 0.6mts, altura 0.5mts y muros de 0.1mt ancho en concreto, 245 kl/cm ² con refuerzo varilla de 3/8" cada 0.2 mt	ml	80,0	\$ 382.488,00	\$ 30.599.040
8.2	Canales	Construcción de canales en tierra de 1 mt ancho por 1 metro alto	ml	1.000,0	\$ 23.378,00	\$ 23.378.000
8.3	Ronda de Coronación	Canal ronda de coronación sección trapezoidal espesor 10 cms, b menor = 40 cm, b mayor = 1 metro h=50 cm, concreto 210, incluye excavación	ml	256,0	\$ 165.000,00	\$ 42.240.000
TOTAL COSTO DIRECTO INCLUIDO MOVIMIENTO DE TIERRA						\$ 1.914.654.712
ADMON					10,00%	\$ 191.465.471
UTILIDAD					4,00%	\$ 76.586.188
IVA DE UTILIDAD					19,00%	\$ 14.551.376
VALOR TOTAL						\$ 2.197.257.748

Conclusiones

Durante este trabajo se logró crear un programa el cual ayudo a realizar el presupuesto de la obra balcones de la antigua. Contrato realizado entre las empresas CEDIN SAS y Aromas de Colombia. En el proceso de trabajo se evidenció el funcionamiento del programa generador unitario como herramienta, logrando reducir los tiempos de ejecución del presupuesto.

Para crear el programa fue fundamental la adquisición de la base de datos, la información suministrada por CAMACOL fue la mejor opción para tener precios del mercado de la construcción en el departamento de Antioquia. Lo anterior, debido a que esta empresa estatal tiene bases de datos de toda Colombia separada por departamentos. Cuanto se trabaja con información de la zona donde se ejecuta el proyecto civil el resultado del análisis unitario es más preciso.

La información de la base de datos se organizó en; mano de obra, Equipos, transporte y materiales. Para la mano de obra se hizo un ajuste en la información de rendimiento al igual que para los equipos. El ajuste debido a que los rendimientos muchas veces son valores ideales de obra, pero realmente una obra civil tiene factores naturales o del mismo proyecto que incrementan o disminuyen en los rendimientos.

Normalmente cuando se realizaba un APU el profesional se tardaba entre cinco a diez minutos para su elaboración. Con la aplicación si la actividad se encuentra en la base de datos, el tiempo será solo de un minuto. Algunas actividades de obra como la construcción de los box coulverts, no está en la base de datos, pero esta actividad para su debido análisis se divide en sus componentes de construcción, los cuales si estaba en la información de la aplicación, por ejemplo, la actividad box coulvert consta de; concretos, acero, excavaciones, llenos y construcción de filtros.

El software Excel fue una buena herramienta para realizar la aplicación, ya que maneja un lenguaje de programación conocido. Además, los programas de office son en gran porcentaje los que más se usan en Colombia. Por lo tanto, utilizar el programa generador unitario es muy fácil, se puede ejecutar en cualquier computador.

Referencias bibliográficas

- Amelot, M. (2016). *VBA Excel 2016 Programacion en excel: Macros y lenguaje VBA*. Editions ENI.
- Beltrán Razura, A. (2011). *Costos y Presupuestos*.
- Du Mortier, G. (2003). *Programacion De Macros*. Mp Ediciones Corporation.
- Fischer, S., Dornbusch, R., & Schmalensee, R. (1992). *Economia* (Segunda Ed). McGRAW HILL.
- Jelen, B., & Syrstad, T. (2011). *Excel 2010. Visual Basic para aplicaciones*. Anaya Multimedia.
- Jorge Luis Castillo Tufiño. (2007). *Paradigma del Costo Total*. (A. C. Instituto Mexicano del cemento y del concreto, Ed.). Mexico.
- MEDIAactive. (2003). *Aprende a programar con Excel VBA con 100 ejercicios prácticos*. (Primera ed). Marcombo.
- Polimeni, R. S., Fabozzi, F. J., & Adelberg, A. H. (1997). *CONTABILIDAD DE COSTOS Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales*.
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Luxhoj, J. T. (2004). *Ingeniería Económica de Degarmo* (Duodécima). Pearson Educación.
- Welsch, G. A. (2005). *Presupuestos: planificación y control*. Mexico: Pearson Educación.

Visto bueno del asesor interno y asesor externo

Sebastián Sepúlveda Cano

Nombre del asesor interno

C.C. 1.152.189.577

Sebastián
Sepúlveda

Firma del asesor interno

Carlos Augusto Dussan Álvarez

Nombre del asesor externo

C.C. 79.403.531

Carlos A Dussan
Firma del asesor externo