



**Macro de Excel para el cálculo de cantidades de acero de cimentaciones y estructuras para
la empresa RRP ARQUITECTOS**

Gustavo Adolfo Canchila Montalvo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Tutor

Isabel Kristina Cardona Giraldo, Magíster (MSc) en Ingeniería Geotecnia

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Cita	(Canchila Montalvo, 2021)
Referencia	Canchila Montalvo, G. A. (2021). <i>Macro de Excel para el cálculo de cantidades de acero de cimentaciones y estructuras para la empresa RRP ARQUITECTOS</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación de ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Cespedes.

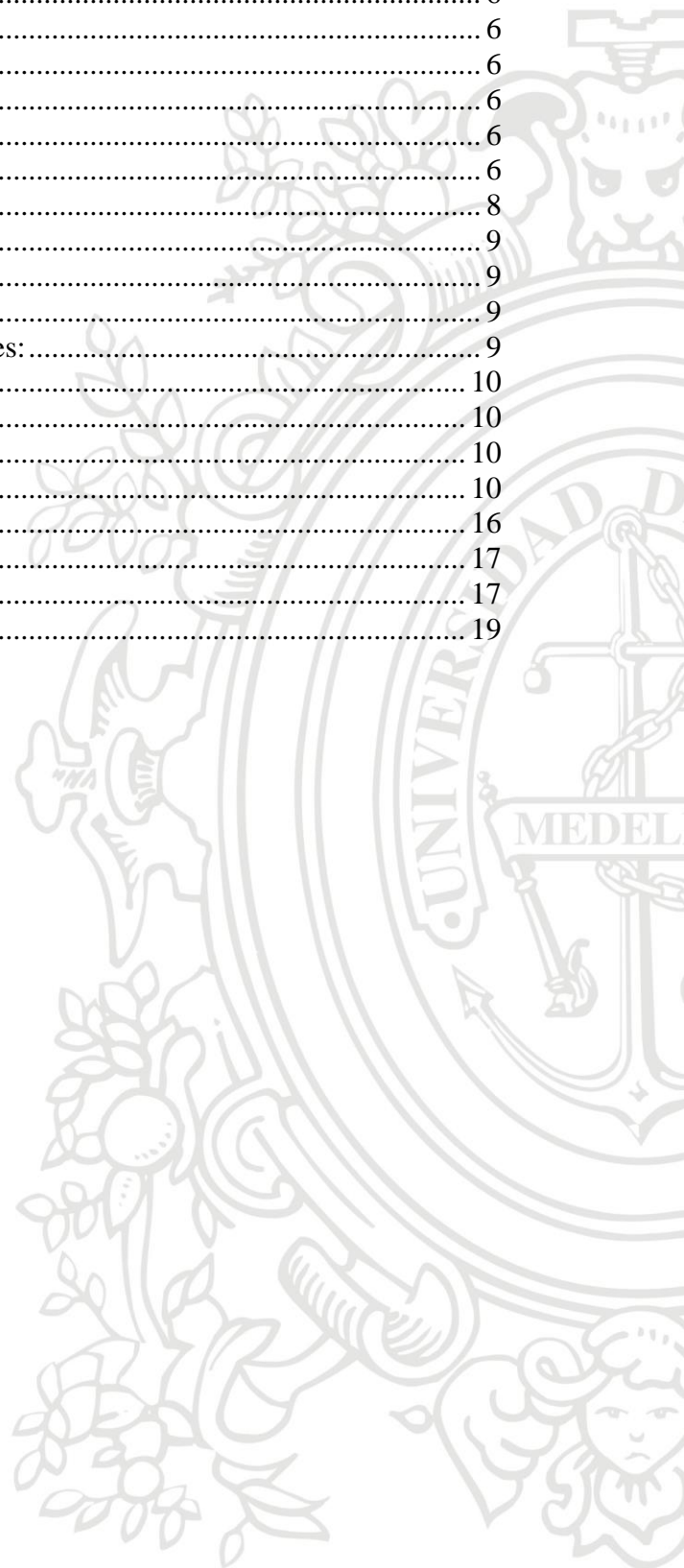
Decano: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Contenido

1	Introducción.....	4
2	Objetivos.....	6
2.1	Objetivo General.....	6
2.2	Objetivos Específicos	6
3	Marco Teórico.....	6
3.1	Sitio de estudio	6
3.2	Definiciones.....	6
3.3	Antecedentes.....	8
4	Metodología.....	9
4.1	- Recopilación de información:	9
4.2	- Análisis de variables:	9
4.3	- Identificación de los factores más relevantes:.....	9
4.4	- Programación:	10
4.5	- Actualizaciones:	10
4.6	- Redacción y entrega del informe:.....	10
5	Resultados y análisis	10
6	Recomendaciones y propuesta de mejora	16
7	Conclusiones	17
8	Referencias Bibliográficas	17
9	Anexos	19



MACRO DE EXCEL PARA EL CALCULO DE CANTIDADES DE ACERO DE CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS PARA LA EMPRESA RRP ARQUITECTOS

Resumen

Al desarrollar las practicas académicas en la empresa RRP ARQUITECTOS S.A.S, una de las principales funciones que se me asignó fue el cálculo de cantidades de estructura, esto comprende el cálculo de las cantidades de acero, mampostería, concreto, mortero, enchape. etc.

En la labor de cálculo se identificó una cantidad que toma un tiempo significativo para llevar a cabo, debido a que es necesario tener en cuenta varios factores, tales como la cantidad, el tipo, el uso, etc. Dicha actividad es el cálculo de cantidades de acero. Para lograr una mayor eficiencia es clave disminuir los tiempos de cálculo, ya que como se sabe, el tiempo es un activo de gran importancia en cualquier empresa, por lo que se deben evitar realizar tareas repetitivas de forma manual, haciendo uso de herramientas tales como las macros en Excel, que son herramientas especializadas en llevar a cabo acciones cíclicas.

Lo primero en desarrollarse fueron celdas programadas con operaciones básicas, que mediante la selección del tipo de acero (diámetro de referencia de la varilla) y la longitud (metros lineales) arrojaban el peso de esta. Gradualmente se fue perfeccionando a medida que se calculaban las cantidades de acero para el "Hotel LA 30" hasta integrar el lenguaje de programación VBA (Visual Basic for Applications), el cual es el componente principal para la elaboración de macros en Excel.

Como resultado se obtuvo una macro con un formato dinámico e intuitivo capaz de reducir los tiempos en los que se obtienen las cantidades de acero, por ejemplo, el despiece de una pantalla o muro al inicio tomaba un periodo de alrededor 2 horas y media. Pero con la macro y sus funciones pregrabadas, el cálculo del mismo lleva un tiempo no mayor de 45 minutos (un 30% del tiempo empleado al inicio).

Los resultados obtenidos se compilan en tablas para cada uno de los diferentes elementos. Lo que permite tener cantidades listas para cotización, debido a que los proveedores de acero realizan las cotizaciones a partir de la referencia de las varillas (diámetro y peso).

1 Introducción

Una de las prioridades más grandes de un ingeniero es la optimización no solo de recursos, sino también del tiempo, que es considerado el activo más

importante de una empresa (Structuralia, 2020). Para esto se busca la manera de reducir el tiempo de las actividades que realiza.

Una de las etapas iniciales antes de la construcción de un proyecto es el cálculo de cantidades obra y calcular dichas cantidades es en sí presupuestar (Garay, 2009). La elaboración del presupuesto de obra juega un papel clave, ya que establece anticipadamente el costo y la duración de la misma, indispensable para determinar si un proyecto es viable o no (Botero, 2012).

RRP ARQUITECTOS es una empresa privada dedicada al diseño arquitectónico, urbanístico, construcción, interventoría y promoción inmobiliaria. Su objetivo es el de generar valor en los desarrollos inmobiliarios y constructivos mediante la creación de productos innovadores y su visión a futuro es la de ser reconocidos como una empresa líder en el desarrollo y creación de proyectos. Actualmente RRP ARQUITECTOS no cuenta con un software especializado, a pesar de que existen programas como Go Rebar, estos son solo provistos cuando la empresa tiene contrato (no son de uso libre, se necesita inscribir la empresa como cliente).

De ahí surge la idea de desarrollar una macro de Excel que sea capaz de estandarizar los cálculos en las cantidades de acero de las cimentaciones y los elementos estructurales, para optimizar los tiempos de cálculo. De esta forma la empresa queda con una herramienta que aportará a su crecimiento, contribuyendo así a los objetivos principales de esta.

Una vez culminada, esta macro servirá para separar las cantidades de acero por la referencia de la varilla empleada, lo que aparte de ser útil en la elaboración del presupuesto, supondrá un ahorro de tiempo al momento de cotizar, ya que entregará los pesos precisos ligados al tipo de varilla y la clase de elemento cotizado. Una de las limitantes es que, si es una estructura es muy grande (superior a los 32 pisos), el comando de elemento se tardará un poco más en agregar uno nuevo, pero su funcionalidad no se verá comprometida.

La aplicación de esta macro dinámica es bastante amplia, ya que no se limita a una sola estructura, puede ampliarse y ajustarse al tamaño de la edificación ya sea una planta de 50 pisos o una casa de 2. Esto supone una ventaja en los activos de la empresa, ya que los procesos serán cada vez más estandarizados en lo que se refiere al cálculo de cantidades.

En el desarrollo del documento se describe los antecedentes y formulación

del problema, alcances, limitaciones, metodología empleada, significado que el estudio tiene en el avance del campo respectivo y su aplicación.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

una macro de Excel que permita calcular las cantidades de acero de las cimentaciones, vigas y columnas de una estructura.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las variables que se encuentran involucradas en el cálculo de cantidades de acero.
- Aumentar la eficiencia en el tiempo de cálculo de cantidades de acero para la empresa RRP ARQUITECTOS

3 Marco Teórico

3.1 Sitio de estudio

La empresa RRP ARQUITECTOS se dedica al diseño arquitectónico, urbanístico, construcción, interventoría y promoción inmobiliaria, su objetivo principal es generar valor en los desarrollos inmobiliarios mediante la innovación, su sede está ubicada en la calle 38 A sur No. 43 A 34, Envigado, Antioquia.

Dentro de los proyectos que están llevando a cabo en estos momentos se encuentra el HOTEL LA 30, ubicado en la calle 73 con carrera 30, está es una edificación proyectada para tener 8 pisos y su estructura de cimientos consta de pilas, vigas de fundación y columnas, con cantidades importantes de refuerzo de acero. Este es el lugar tomado como referencia para la elaboración de la macro y desde donde se dio estructura a la programación.

3.2 Definiciones

Cimentación.

Se conoce por cimentación al grupo de elementos estructurales cuya labor es transmitir las cargas de la construcción hacia el suelo, distribuyéndolas de tal forma que no superen la carga admisible (Pérez & Perdomo, 2020). Existen diferentes tipos de cimentación, dentro de estas están:

- **Las zapatas:** Estas pueden ser Aisladas, Combinadas y corridas, Generalmente poseen una base rectangular, sobre la cual pueden descansar una o más columnas. Las zapatas se conocen como cimentaciones superficiales y se encargan de distribuir las fuerzas de la estructura de manera uniforme bajo su base (Luévanos, 2016).
- **Los pilotes:** Utilizados cuando no es factible una cimentación superficial. Estos son piezas largas a modo de pilares que se clavan en el terreno, alcanzando una profundidad suficiente para transmitir las cargas de la estructura al suelo. Se denominan pilotes cortos cuando tienen profundidades de entre 10 a 12 metros y pilotes largos cuando la profundidad excede los 30 metros (Yepes, 2019)
- **Las pilas:** Estos son elementos de cimentación profunda, presentan mayor sección que los pilotes, Su función es la de transmitir las cargas de la estructura a estratos de suelo firme donde es conveniente cimentar una edificación con el objetivo de lograr mayor estabilidad (Palacios, 2019). Generalmente poseen una campana en la base que brinda una mayor área de apoyo a la estructura.

Elementos estructurales

Las **Vigas** son estructuras horizontales que pueden sostener cargas entre 2 apoyos sin producir empuje lateral. Están diseñadas para soportar la presión y el peso de la losa, resistiendo durante el proceso fuerzas de flexión y tensión (Pérez & Perdomo, 2020).

Las **Columnas** son los elementos verticales encargados de soportar fuerzas de compresión y flexión, transmiten las cargas de la estructura a la cimentación; es decir, son uno de los elementos más importantes al momento de soportar la estructura, por lo que su diseño y construcción requieren un cuidado minucioso (Pérez & Perdomo, 2020).

Cantidad de obra

Al cálculo de cantidades de obra se le conoce como cubicación, y requiere de una metodología que facilite obtener información de una forma rápida y ordenada, y que además incluya la posibilidad de revisar, controlar y modificar los datos cuando sea necesario (Pérez & Perdomo, 2020). Para el cálculo del acero se hacen necesarios las especificaciones técnicas y metodologías de cálculo que faciliten su obtención.

Acero de refuerzo

Hace referencia al acero que hace parte tanto de las cimentaciones como de la estructura generalmente son varillas de acero corrugado que vienen en diferentes diámetros y longitudes. Los diámetros comerciales más conocidos son de 1", ½", ¾", 5/8", 7/8", 3/8" y 1 ¼". Por otro lado, las longitudes comerciales para son de 6, 9, 12 y 14 metros (Mosquera, 2019). Se exponen los conceptos teóricos que sustentan el desarrollo del trabajo, debidamente referenciados.

Peso nominal.

Es la relación de peso por la longitud de la varilla, la unidad es (kg/m) y depende del diámetro de la varilla (ICONTEC, 2015). Es decir, teniendo los metros lineales de una varilla y su diámetro, es posible establecer el peso en kg de esta, multiplicando los metros lineales por el peso nominal.

Lenguaje VBA

Es el lenguaje que las aplicaciones de Microsoft tienen para las macros, sus siglas en inglés son: "Visual Basic for Applications", es utilizado principalmente para programar acciones repetitivas (Microsoft, 2018), es de entre los lenguajes de programación una de los más fáciles de aprender a usar y tiene auto escritura, es decir permite grabar acciones directamente en la hoja de Excel y estas acciones quedan expedidas a manera de un código ejecutable.

3.3 Antecedentes

Muchas empresas de construcción normalmente utilizan softwares externos para calcular las cantidades de acero, estos programas son provistos por las compañías con las que se realiza un contrato para la compra del acero, es decir no es de uso libre, ya que solo te dan un usuario cuando el contrato es realizado. Lo que supone que, a la hora de cotizar, el cálculo se haga de forma manual y repetitiva.

De entre los softwares más comunes está el de GO REBAR. Este es un sistema de entrada de pedidos en línea impulsado por aSa, el proveedor líder mundial de software de barras de refuerzo (aSa, 2021). Dicho programa permite ingresar las cantidades de metros lineales de acero y seleccionar la referencia de la barra o varilla, para al final arrojar un peso total por cada tipo de material y guardar los pedidos para su envío.

La empresa RRP ARQUITECTOS usa el programa GO REBAR, pero solo cuando tienen contratos de pedidos, pero el cálculo se hace de forma manual, cuando no se dispone del programa. Esto supone un gasto de tiempo, ya

que los ingenieros deben calcular las cantidades para cotización de forma manual y después nuevamente para pedido.

Este proceso de cálculo manual en la empresa, puede llevar más de 8 horas cuando se tiene una estructura de acero con peso de 100 toneladas (la cantidad aproximada del peso de la estructura de acero del hotel la 30). Pero una vez utilizada la macro este tiempo de cálculo fue de 2 horas, lo que supone solo un 25% del tiempo respecto al cálculo manual.

4 Metodología

Con el fin de lograr los objetivos planteados, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

4.1 - Recopilación de información:

Se recopilaron los documentos (ya sean técnicos o académicos) más relevantes respecto al cálculo de cantidades de acero para usar en la programación de la macro. Los documentos más relevantes fueron la norma NTC 2289, la cual se encarga de describir las barras corrugadas, especificaciones técnicas y la funcionalidad del peso nominal. El otro documento es la "Ficha Técnica de Producto Barras y Rollos Corrugados GG Diaco", este fue la guía principal para definir los valores del peso nominal referentes al diámetro de cada varilla.

4.2 - Análisis de variables:

Se estudian todas las variables que se encuentran involucrados en la obtención de cantidades de acero. Dichas variables son: El diámetro de la varilla, la longitud y el peso por metro lineal, estos factores son los que permiten obtener un valor total y la cantidad de acero por su referencia.

4.3 - Identificación de los factores más relevantes:

Luego de analizar las variables, se determinan los factores más importantes a tener en cuenta para el desarrollo y obtención de los cálculos. La forma para identificarlos fue teniendo en cuenta que procesos se automatizaban más rápido al realizar acciones repetitivas por la macro. Por ejemplo, si se tenían elementos repetidos, solo era necesario ingresarlos una vez y decir el número total de estos. Ya que la macro entendería que estos elementos son iguales y daría un peso total para estos.

4.4 - Programación:

Una vez identificadas las variables que intervienen se procede al desarrollo de la programación de la macro utilizando el programa Excel y el lenguaje utilizado es el de Visual Basic for Applications (VBA).

4.5 - Actualizaciones:

A medida que se desarrollaba el código de la programación, se hizo necesario incluir las actualizaciones (mejoras), para permitir la optimización de las tareas, esto conllevó a que el código fuera cada vez más depurado. La idea planteada es que durante la vida útil de la macro se integren nuevas actualizaciones de forma periódica, atendiendo a las solicitudes de sus usuarios.

4.6 - Redacción y entrega del informe:

Este se redactó desde mediados de la programación y se lo que se tuvo como resultado fue un Manual que acompaña a la macro, la idea es que cualquier persona pueda entenderlo y manejarlo, sin importar si son o no ingenieros.

5 Resultados y análisis

Se obtuvo una macro que es de utilidad para el cálculo de las cantidades de acero de una estructura. Incluyendo desde la cimentación hasta la superestructura. Ésta contribuye a la optimización del tiempo al momento de llevar a cabo el cálculo de dichas cantidades, aportando de esta forma al desarrollo de RRP ARQUITECTOS.

Junto con la programación también viene incluido un manual que permite a cualquier persona (sin importar si es ingeniero) entender la dinámica de la hoja y como desplazarse a través de esta.

Los tiempos de cálculo de las cantidades de obra de acero se redujeron considerablemente, pasando de 8 horas al calcularse de forma manual (en el caso del proyecto HOTEL LA 30) a solo 2 horas cuando se utiliza la macro de Excel, esto se debe a que las acciones repetitivas se hacen de forma automática, lo que permite insertar datos de forma más rápida y que el cálculo se haga de manera iterativa.

Manual de la macro

¿Qué es?

Esta es una hoja de cálculo que contiene un código que simplifica las acciones de cálculo de cantidades de acero y arroja resultados para diferentes elementos. Ya sean vigas, columnas, pilas y demás elementos pertenecientes a la estructura.

Menú de inicio.

Lo primero que encontramos es el menú de inicio este nos permitirá desplazarnos por toda la hoja, desde el manual, pasando por los datos de entrada del acero y los elementos que necesitamos ingresar hasta los resultados para cada uno de estos.



Figura 1: Menú de inicio (Fuente: elaboración propia)

Datos de entrada del acero

Esta hoja es donde el usuario ingresa los datos de referencia de las varillas que va a utilizar y el peso nominal de estas, es decir, cuantos quilogramos tiene el elemento por metro lineal.

DATOS DE ENTRADA			MENÚ DE INICIO
VARILLAS CORRUGADAS			
NÚMERO DE REFERENCIA	DIAMETRO DE LA VARILLA (IN)	PESO NOMINAL (KG/ML)	¿VALOR VÁLIDO?
0	0,00	0,00	VALOR NUMÉRICO VALIDO
2	1/4"	0,25	VALOR NUMÉRICO VALIDO
3	3/8"	0,55	VALOR NUMÉRICO VALIDO
4	1/2"	1,00	VALOR NUMÉRICO VALIDO
5	5/8"	1,55	VALOR NUMÉRICO VALIDO
6	3/4"	2,24	VALOR NUMÉRICO VALIDO
7	7/8"	3,04	VALOR NUMÉRICO VALIDO
8	1"	3,98	VALOR NUMÉRICO VALIDO
9	1 1/8"	5,06	VALOR NUMÉRICO VALIDO
10	1 1/4"	6,40	VALOR NUMÉRICO VALIDO
11	1 3/8"	7,91	VALOR NUMÉRICO VALIDO
	A	n	VALOR NO VÁLIDO. INSERTE UN VALOR NUMÉRICO
	B	n	VALOR NO VÁLIDO. INSERTE UN VALOR NUMÉRICO
	C	ta	VALOR NO VÁLIDO. INSERTE UN VALOR NUMÉRICO
	D	?	VALOR NO VÁLIDO. INSERTE UN VALOR NUMÉRICO
	E	#	VALOR NO VÁLIDO. INSERTE UN VALOR NUMÉRICO

Figura 2: Ventana de los datos de entrada del acero de la macro (Fuente: elaboración propia)

En la figura 2 se puede apreciar la ventana de ingreso de los pesos para el acero. La casilla que indica "NÚMERO DE REFERENCIA" solo se llena si el usuario quiere, no interfiere en el cálculo de cantidades, La casilla que tiene por nombre "DIAMETRO DE LA VARILLA (IN)" es la etiqueta que el usuario le da al diámetro de su varilla y Las celdas debajo de la casilla "PESO NOMINAL (KG/ML)" deben ser llenadas únicamente con valores numéricos, ya que corresponde al peso en kilogramos de la varilla por metro lineal.

La casilla de "¿VALOR VÁLIDO?" evalúa los datos ingresados en "PESO NOMINAL (KG/ML)" y si es un valor numérico arroja un resultado positivo de "VALOR NUMÉRICO VALIDO" como se puede observar en la figura 2. Si encuentra un valor que no sea numérico, arrojará un resultado negativo en rojo con el mensaje de "VALOR NO VÁLIDO. INSERTE UN VALOR NUMÉRICO", este mensaje aparece automáticamente a medida que insertamos valores.

INGRESAR CANTIDADES DE ACERO.

Para los diferentes elementos (pilotes, pilas, zapatas, vigas, vigas de fundación y Columnas) el ingreso de valores se hace de forma parecida. En el lado derecho de cada hoja se ingresa el acero longitudinal y en el otro el acero transversal.

El acero longitudinal es aquel que se extiende a lo largo del elemento y el transversal es el que va de forma perpendicular a este, asegurándose de mantener unido el acero longitudinal.

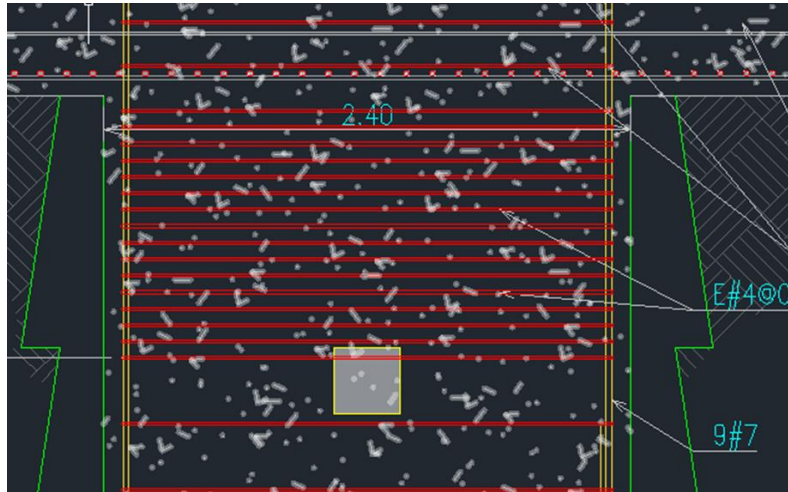


Figura 3: Ejemplo de acero transversal (Fuente: elaboración propia)

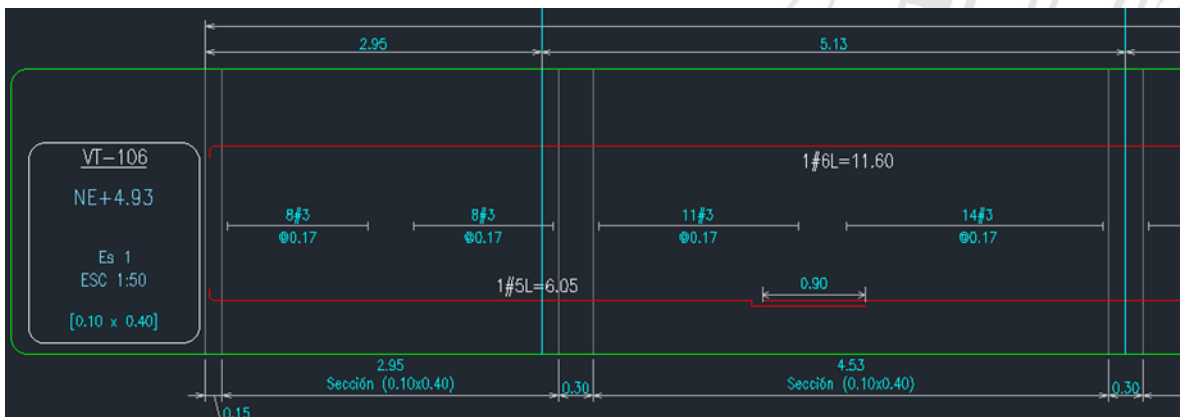


Figura 4: Ejemplo de acero longitudinal (Fuente: elaboración propia)

Para los elementos de acero en las bases de campanas (pilas) y de patas en las zapatas, se toman como si fuera acero transversal todo.

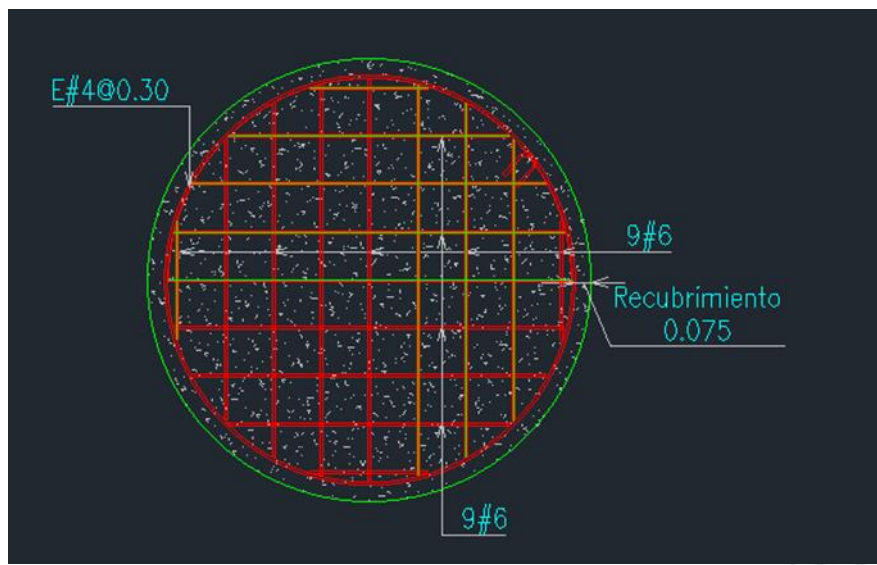


Figura 5: Ejemplo de acero en la base de una pila (Fuente: elaboración propia)

Para el ingreso de acero de elementos, vamos a encontrar que hay en total 6 hojas, los elementos incluidos son pilas, pilotes, zapatas, vigas, vigas de fundación y columnas. Cada una de estas hojas cuenta con 2 separaciones, una para ingresar el acero longitudinal y otra para el transversal. Ambas tienen la siguiente tabla (ver figura 6).

ELEMENTO	No. ELEMENTO	LONGITUD VARILLA (m)	No. VARILLAS	L, TOTAL VARILLA (m)	DIAMETRO (in)	W/M	TOTAL W
		2,00	3,00	6,00	3/8"	0,55	3,30
				0,00	gh	NOT OK	0,00
				0,00		0,00	0,00

Figura 6: Casillas para el ingreso de las cantidades de acero por elemento (Fuente: elaboración propia)

En la casilla "Elemento" debemos ingresar el nombre de este, por ejemplo, las columnas pueden llevar nombre C1, C2, C3 etc. Y Las pilas P1, P2, P3 y así cada uno de los respectivos elementos.

La casilla "No. ELEMENTO" es la cantidad de elementos repetidos, por ejemplo, si una pila se repite 3 veces, se debe ingresar el número 3.

La casilla "LONGITUD VARILLA" hace referencia a la extensión total de la varilla en metros, le sigue la casilla "No. VARILLAS" que es la cantidad de varillas, normalmente vienen señalados en el despiece de los elementos estructurales.

En "L, TOTAL VARILLA (m)". No se debe ingresar ningún valor, ya que este cálculo viene por default, en el código de la macro.

La casilla "DIAMETRO" es para seleccionar la etiqueta que adjudicamos para referenciar el grosor de nuestra varilla, debemos asegurarnos de ingresar la

misma etiqueta, que ingresamos en la casilla “DIAMETRO DE LA VARILLA IN” (ver figura 2).

La casilla “W/ML” Arrojará el valor correspondiente al peso por metro lineal de acuerdo a lo que ingresemos en la casilla “DIAMETRO”. Si en el apartado de “DIAMETRO” ingresamos un valor diferente al de las etiquetas que introdujimos en los datos de entrada del acero, saltar un mensaje en color naranja con el texto “NOT OK” y si presionamos el botón de “NOT OK” en la parte superior, se dará un mensaje indicando el porqué del error (ver figura 7.)

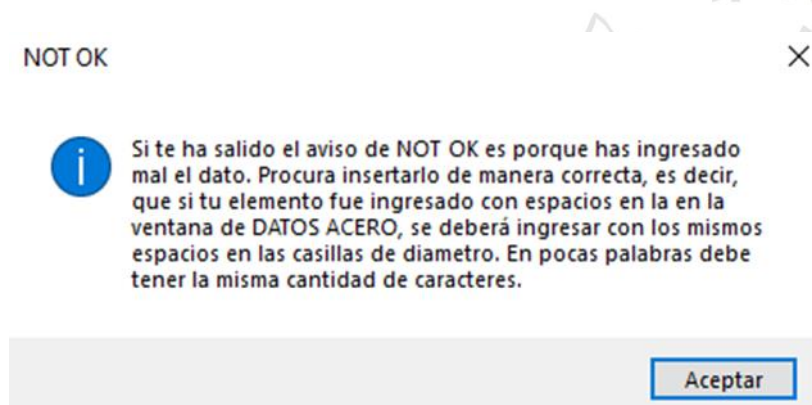


Figura 7: Mensaje de NOT OK (Fuente: elaboración propia)

La casilla “TOTAL W” hace referencia al peso total en kg de las varillas por elemento. Este elemento se calculó de forma automática también.

En cada una de las hojas de datos de entrada se encuentran los botones de “MENÚ DE INICIO”, “DATOS DE ENTRADA DEL ACERO” Y un botón para resultados. Dándole clic a cada uno de los botones, podremos desplazarnos por las diferentes ventanas.

Al final de cada hoja podremos encontrar el botón para agregar nuevo elemento (Ver figura 8 como ejemplo.)

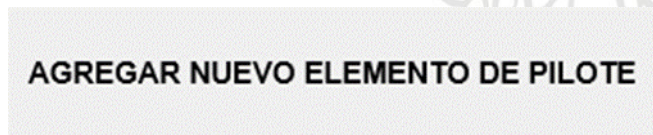


Figura 8: Botón para agregar un nuevo elemento en la hoja de pilote (Fuente: elaboración propia)

Al presionarlo, automáticamente se desplegará un nuevo espacio para otro elemento en la parte superior. Por lo que no importa el número de elementos que se necesita, la hoja puede suplir las necesidades requeridas por el usuario.

RESULTADOS DE ACERO.

Para cada hoja de ingreso de cantidades de acero, se tiene una hoja de resultados para cada tipo de elemento. En esta hoja se dividen las cantidades de acero por diámetro de varilla. Y las cantidades frente a cada diámetro se dividen en acero longitudinal y transversal. El peso total está dado en kilogramos (Ver figura 9).

DIAMETRO DE LA VARILLA IN	ACERO LONGITUDINAL (KG)	ACERO TRANVERSAL (KG)	W TOTAL (KG)
0,00	0	0	0
1/4"	0,5	0	0,5
3/8"	10,67	17,325	27,995
1/2"	6,9	8,6	15,5
5/8"	27,28	26,66	53,94
3/4"	28,224	56,448	84,672
7/8"	77,52	6,08	83,6
1"	15,92	17,512	33,432
1 1/8"	20,24	34,914	55,154
1 1/4"	38,424	0	38,424
1 3/8"	36,3722	99,6282	136,0004
A	0	0	0
B	0	0	0
C	0	0	0
D	0	0	0
E	0	0	0
TOTAL ACERO VIGA (KG)			529,2174

Figura 9: Tabla de resultados finales en kg, categorizada por diámetro y dividida por elementos longitudinales y transversales (Fuente: elaboración propia)

6 Recomendaciones y propuesta de mejora

Para mejorar la macro, se podría hacer un poco más interactiva, es decir tener ventanas emergentes en donde se introduzcan los valores del acero y tener una ventana de salida para los datos totales, esto supondría un código más extenso, lo que incrementaría el peso de la programación y podría resultar siendo más lenta.

Para evitar esto se tiene que depurar el código y actualizar de forma que las acciones repetitivas queden relegadas en un solo lugar, y que solo las acciones que requieran ejecutar tareas específicas sean las que se programen en el lenguaje VBA.

7 Conclusiones

Las variables involucradas en el cálculo de cantidades de acero para varillas son: El diámetro, la longitud y el peso nominal (kg/m), estas son las que permiten obtener un valor acertado del peso del elemento.

Mediante la depuración del código, se logró tener una programación versátil, capaz de automatizar las tareas repetitivas y disminuir los tiempos de cálculo, facilitando la obtención de cantidades de acero para la empresa RRP ARQUITECTOS.

Se llegó a la confirmación de que el tiempo es el activo más importante de una empresa, debido a que al optimizar tareas se ahorran recursos sobre todo en el personal destinado para las actividades. Fue posible obtener una eficiencia del 75% en el tiempo de cálculo de cantidades de acero, pasando de demorar 8 horas a solo 2.

Otro factor importante en cualquier programación es la proyección, ya que si se tiene claro el objetivo y los pasos a seguir se obtendrán resultados más exactos.

En cuanto a los lenguajes de programación no importa si estos tienen etiquetas diferentes. Al manejar todos una estructura similar, es posible que realicen acciones iterativas. Por lo que cualquier lenguaje se podría emplear para programar cálculo de cantidades de acero.

8 Referencias Bibliográficas

Botero Botero, L. F. (2012). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 38(128), 9-21. Recuperado a partir de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/843>

Garay Agudelo, Diego (2009). *El sistema presupuestal del proyecto de construcción*. *Tecnura*, 12(24), 76-85. ISSN: 0123-921X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257020606009>

ICONTEC. (2015). BARRAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO DE BAJA ALEACIÓN, PARA REFUERZO DE CONCRETO (NTC 2289). https://members.wto.org/cnattachments/2017/TBT/COL/17_0121_01_s.pdf

Luévanos Rojas, Arnulfo (2016). *Un nuevo modelo para diseño de zapatas combinadas rectangulares de lindero con dos lados opuestos restringidos*.

Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, 6(2),172-187. E-ISSN: 2007-6835. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427646713002>

Microsoft. (2018). *Language reference for Visual Basic for Applications (VBA)*. <https://docs.microsoft.com/en-us/office/vba/api/overview/language-reference>

Mosquera, E. (2019). *ANALISIS PARA EL SUMINISTRO DE ACERO DE REFUERZO: ACERO FIGURADO POR PROVEEDOR Y ACERO FIGURADO EN OBRA* (Trabajo de grado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Palacios, J. (2019). *ESTADO DEL ARTE DEL PROCESO DE INSTALACION DE PILOTES POR PRESIÓN ESTÁTICA, ANALIZANDO LAS TECNICAS Y CARACTERISTICAS QUE PERMITAN ESTABLECER SU POTENCIAL DE USO COMO ALTERNATIVA DE CIMENTACION PROFUNDA EN COLOMBIA* (Trabajo de grado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

Pérez, D, & Perdomo, E. (2020). *ESTABLECER LAS CANTIDADES DE OBRA, PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN EN PROJECT 2019 DE LA VIVIENDA MODELO DEL PROYECTO ALTOS DE LAS CAMELIAS EN EL MUNICIPIO DE TESALIA, DEPARTAMENTO DEL HUILA* (Trabajo de grado). Universidad Cooperativa De Colombia, Neiva, Colombia.

Structuralia. (2020). *La importancia de la administración del tiempo en las empresas*. Structuralia. <https://blog.structuralia.com/la-importancia-de-la-administracion-del-tiempo-en-las-empresas>

Yepes, V. (17 de enero de 2019). *Concepto de pilote y clasificaciones*. Universidad Politécnica De Valencia. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/01/17/concepto-de-pilote-y-clasificaciones/>

9 Anexos

CODIGO PRINCIPAL DE LA MACRO EN LENGUAJE VBA (VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS)

```
Sub Macro1 ()  
'  
' Macro1 Macro  
'  
'  
Rows("8:27").Select  
Range("C8").Activate  
Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove  
Range("A8:A27").Select  
With Selection  
    .HorizontalAlignment = xlCenter  
    .VerticalAlignment = xlCenter  
    .WrapText = True  
    .Orientation = 0  
    .AddIndent = False  
    .IndentLevel = 0  
    .ShrinkToFit = False  
    .ReadingOrder = xlContext  
    .MergeCells = False  
End With  
Selection.Merge  
Range("B8:B27").Select  
Range("B27").Activate  
With Selection  
    .HorizontalAlignment = xlCenter  
    .VerticalAlignment = xlCenter  
    .WrapText = True  
    .Orientation = 0  
    .AddIndent = False  
    .IndentLevel = 0  
    .ShrinkToFit = False  
    .ReadingOrder = xlContext  
    .MergeCells = False  
End With  
Selection.Merge  
Range("K8:K27").Select  
With Selection
```



```
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = True
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Selection.Merge
Range("L8:L27").Select
Range("L27").Activate
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = True
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With
Selection.Merge
Range("K8:K27").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-10]"
Range("L8:L27").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-10]"
Range("E8").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-2]*RC[-1]"
Range("E8").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("E8:E27"), Type:=xlFillDefault
Range("E8:E27").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 13
ActiveWindow.ScrollRow = 11
ActiveWindow.ScrollRow = 9
ActiveWindow.ScrollRow = 8
Range("O8").Select
Application.CutCopyMode = False
```



```

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-2]*RC[-1]"
Range("O8").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("O8:O27"), Type:=xlFillDefault
Range("O8:O27").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 19
ActiveWindow.ScrollRow = 18
ActiveWindow.ScrollRow = 17
ActiveWindow.ScrollRow = 16
ActiveWindow.ScrollRow = 15
ActiveWindow.ScrollRow = 14
ActiveWindow.ScrollRow = 13
ActiveWindow.ScrollRow = 12
ActiveWindow.ScrollRow = 11
ActiveWindow.ScrollRow = 10
ActiveWindow.ScrollRow = 9
ActiveWindow.ScrollRow = 8
Range("G8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(RC[-1]=0,0,IF(RC[-1]='DATOS          ACERO!R5C3,'DATOS
ACERO!R5C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R6C3,'DATOS ACERO!R6C4,IF(RC[-
1]='DATOS ACERO!R7C3,'DATOS ACERO!R7C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R8C3,'DATOS ACERO!R8C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R9C3,'DATOS
ACERO!R9C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R10C3,'DATOS ACERO!R10C4,IF(RC[-
1]='DATOS ACERO!R11C3,'DATOS ACERO!R11C4,IF(RC[-1]='DA' & _
    'TOS ACERO!R12C3,'DATOS ACERO!R12C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R13C3,'DATOS ACERO!R13C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R14C3,'DATOS ACERO!R14C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R15C3,'DATOS ACERO!R15C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R16C3,'DATOS ACERO!R16C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R17C3,'DATOS ACERO!R17C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R18C3,'DATOS ACERO!R18C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R19C3,'" & _
    "DATOS ACERO!R19C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R20C3,'DATOS
ACERO!R20C4,'"NOT OK'"))))))))))))))))))" & _
    ""

Range("G8").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("G8:G27"), Type:=xlFillDefault
Range("G8:G27").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 25
ActiveWindow.ScrollRow = 24
ActiveWindow.ScrollRow = 23
ActiveWindow.ScrollRow = 22
ActiveWindow.ScrollRow = 21
ActiveWindow.ScrollRow = 19

```

```

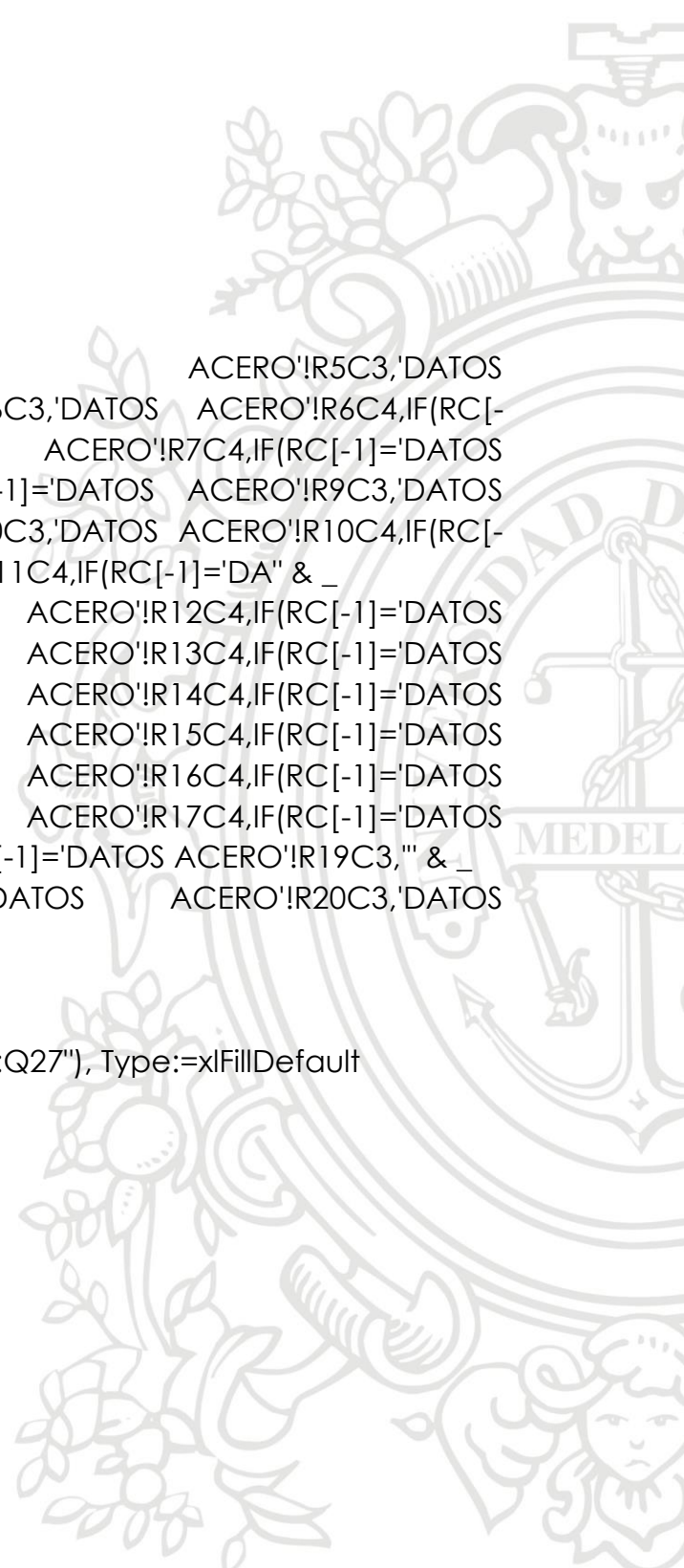
ActiveWindow.ScrollRow = 18
ActiveWindow.ScrollRow = 17
ActiveWindow.ScrollRow = 16
ActiveWindow.ScrollRow = 15
ActiveWindow.ScrollRow = 12
ActiveWindow.ScrollRow = 11
ActiveWindow.ScrollRow = 10
ActiveWindow.ScrollRow = 9
ActiveWindow.ScrollRow = 8
Range("Q8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(RC[-1]=0,0,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R5C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R6C3,'DATOS ACERO!R6C4,IF(RC[-
1]='DATOS ACERO!R7C3,'DATOS ACERO!R7C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R8C3,'DATOS ACERO!R8C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R9C3,'DATOS
ACERO!R9C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R10C3,'DATOS ACERO!R10C4,IF(RC[-
1]='DATOS ACERO!R11C3,'DATOS ACERO!R11C4,IF(RC[-1]='DA" & _
    "TOS ACERO!R12C3,'DATOS ACERO!R12C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R13C3,'DATOS ACERO!R13C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R14C3,'DATOS ACERO!R14C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R15C3,'DATOS ACERO!R15C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R16C3,'DATOS ACERO!R16C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R17C3,'DATOS ACERO!R17C4,IF(RC[-1]='DATOS
ACERO!R18C3,'DATOS ACERO!R18C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R19C3,'" & _
    "DATOS ACERO!R19C4,IF(RC[-1]='DATOS ACERO!R20C3,'DATOS
ACERO!R20C4,'"NOT OK"'"))))))))))))))))" & _
    ""

```

```

Range("Q8").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("Q8:Q27"), Type:=xlFillDefault
Range("Q8:Q27").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 22
ActiveWindow.ScrollRow = 21
ActiveWindow.ScrollRow = 20
ActiveWindow.ScrollRow = 19
ActiveWindow.ScrollRow = 18
ActiveWindow.ScrollRow = 17
ActiveWindow.ScrollRow = 16
ActiveWindow.ScrollRow = 15
ActiveWindow.ScrollRow = 14
ActiveWindow.ScrollRow = 13
ActiveWindow.ScrollRow = 12
ActiveWindow.ScrollRow = 11
ActiveWindow.ScrollRow = 10

```




```
ActiveWindow.ScrollRow = 9
ActiveWindow.ScrollRow = 8
Range("H8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(RC[-1]=""NOT OK"",0,R8C2*RC[-3]*RC[-1])"
Range("H8").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("H8:H27"), Type:=xlFillDefault
Range("H8:H27").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 20
ActiveWindow.ScrollRow = 19
ActiveWindow.ScrollRow = 18
ActiveWindow.ScrollRow = 17
ActiveWindow.ScrollRow = 16
ActiveWindow.ScrollRow = 15
ActiveWindow.ScrollRow = 14
ActiveWindow.ScrollRow = 12
ActiveWindow.ScrollRow = 11
ActiveWindow.ScrollRow = 10
ActiveWindow.ScrollRow = 9
ActiveWindow.ScrollRow = 8
Range("R8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "SI(Q8=""NOT OK"";0;$L$8*O8*Q8)"
Range("R8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = ""
Range("R8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF(RC[-1]=""NOT OK"",0,R8C12*RC[-3]*RC[-1])"
Range("R8").Select
Selection.AutoFill Destination:=Range("R8:R27"), Type:=xlFillDefault
Range("R8:R27").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 17
ActiveWindow.ScrollRow = 16
ActiveWindow.ScrollRow = 15
ActiveWindow.ScrollRow = 14
ActiveWindow.ScrollRow = 9
ActiveWindow.ScrollRow = 8
Range("A8").Select

Range("A8:H27").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
```



```
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
Range("K8:R27").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
```



```
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
```

```
Range("A8:H27").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
```



```
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
Range("K8:R27").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
```



```
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With
Range("I8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SUM(RC[-1]:R[19]C[-1])+SUM(RC[9]:R[19]C[9])"
Range("I8").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
```




```
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
Range("A8:A27").Select

Range("E8:E27,G8:H27,O8:O27,Q8:R27").Select
Range("Q8").Activate
With Selection.Interior
.Pattern = xlSolid
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorAccent6
.TintAndShade = 0.799981688894314
.PatternTintAndShade = 0
End With
Range("A8:A27").Select

End Sub
```

