

 **CTSCAFE** PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Volumen IV- N° 10 Marzo 2020

<http://www.ctscafe.pe>

Lima - Perú



## Perfil de velocidades de camiones cargados y vacíos en minería superficial

Sr. Eder De La Cruz Olivares  
Universidad Nacional de de Ingeniería  
Correo Electrónico: edelacruz@uni.pe

Sr. Nelson Aróstegui Castro  
Universidad Nacional de de Ingeniería  
Correo Electrónico: narostegui@uni.pe

Sr. Julio Huarcaya Rodríguez  
Universidad Nacional de de Ingeniería  
Correo Electrónico: huarcayar@uni.pe

**Resumen:** El procedimiento de cálculo del perfil de velocidades en función de la gradiente, reportará resultados por mes y clasificados según el estado de los camiones y según la temporada en que se desarrolló la operación. El cálculo de las velocidades agrupa todo el recorrido de los camiones en la unidad minera sin diferenciar el origen y destino. Todo el proceso de cálculo está basado en los datos de la base de datos del sistema de despacho de camiones.

20

**Palabras claves:** Base de datos/ Calculo de las velocidades/ Tendencia central/ Caracterización de datos / Estado de los camiones.

**Abstract:** The procedure for calculating the speed profile based on the gradient, will report results per month and classified according to the state of the trucks and according to the season in which the operation was carried out. The calculation of the speeds groups the entire route of the trucks in the mining unit without differentiating the origin and destination. The entire calculation process is based on data from the truck dispatch system database.

**Keywords:** Database / Calculation of speeds / Central tendency / Characterization of data / Status of trucks.

**Résumé:** La procédure de calcul du profil de vitesse sur la base de la pente, rendra compte des résultats par mois et classés selon l'état des camions et selon la saison au cours de laquelle l'opération a eu lieu. Le calcul des vitesses regroupe l'ensemble du parcours des camions dans l'unité minière sans différencier l'origine et la destination. L'ensemble du processus de calcul est basé sur les données de la base de données du système de répartition des camions.

**Mots-clés:** Base de données / Calcul des vitesses / Tendence centrale / Caractérisation des données / Statut des camions.

## 1. Introducción

El sistema de transporte de mineral y desmonte de la mina superficial está compuesto por rutas con pendientes variables. Se transporta el material a la chancadora, al botadero de desmonte, a los stocks piles, entre otros destinos. El comportamiento del binomio operador – equipo se monitorea a través del sistema de despacho, el cual registra los datos cada dos segundos en la base de datos del sistema. Se desea calcular el perfil de velocidades de los camiones por mes en función de la gradiente del terreno.

El problema en sí se centró en hallar estas velocidades respecto a gradientes, a partir de la data cruda entregada por el sistema de despacho de camiones en formato .csv, que da como información las coordenadas y la inclinación del terreno por el cual transitan los camiones, así como también el tonelaje para discriminar el estado de los camiones en cargados y vacíos. En esta investigación trataremos de calcular y analizar los perfiles de velocidad de los camiones en función de la gradiente de -12% a 12%, a partir de los datos de la base de datos del sistema de despacho de camiones, clasificados según estado (i.e. cargado y vacío) y por temporada (i.e. seca y húmeda)., tratando de:

- Analizar los datos de la base de datos que permitan calcular el perfil de velocidades y desarrollar programas en VBA (Excel) para su procesamiento.
- Desarrollar una metodología de cálculo de las velocidades a partir de los datos de la Base de datos y clasificarlas según la gradiente de -12% a 12%.
- Aplicar los conceptos de estadística descriptiva para agrupar los resultados mediante el cálculo de valores de tendencia central y caracterización de los datos.
- Implementar la metodología de cálculo del perfil de velocidades en un programa VBA (Excel) para el procesamiento de los datos.
- Clasificar los resultados según el estado de los camiones (i.e. cargado y vacío) y por temporada (i.e. seca y húmeda).

21

## 2. Material y métodos

Partiendo de un conjunto de datos por mes en formato Excel (.csv) facilitado por el sistema de despacho de camiones, que tiene una estructura compleja para su análisis, en particular el valor de sus velocidades, utilizaremos las coordenadas y tiempos brindados por éste para el cálculo de velocidades y compararlas con el perfil de velocidades utilizado en el programa del área de Planeamiento Mina.

Se iniciará primero con importar la base de datos para luego ordenarla y separarla en un nuevo libro Excel habilitado para macros (**V3D\_DESDE\_INCLINOMETRO\_OK\_3.xlsm**), el cual tiene módulos que conforman un proceso en el entorno VBA Excel, los cuales se ejecutarán en el siguiente orden:

1. **Procedimiento “Sub LLAMADO ( )”**: Ordena y separa los datos para tenerlos estructurados en registros.
2. **siete\_exportar\_reg\_a\_CSV “Sub ExportRecods ( )”**: exporta los registros en formato .CSV a una carpeta SALIDA que previamente hemos creado en la unidad C:

Ahora bien, estos registros deben ser procesados para calcular las velocidades clasificadas según su gradiente y según su estado (cargado o vacío). Para ello vamos a utilizar otro libro Excel habilitado para macros (**ClassifyMSSRecordsByGradientGroup\_OK.xlsm**), el cual tiene una tabla en su hoja principal y un módulo en su entorno VBA Excel el cual vamos a ejecutar desde un botón en su hoja principal. El nombre del botón es **Take X-Y-Inc-Ton records and classify it by Gradient Group** y ejecuta **Sub MainSub ( )** del módulo **Gerson**. La función que cumple es calcular las velocidades en tercera dimensión, utilizando el tiempo y las coordenadas x e y para hallar una velocidad en dos dimensiones, así como también el inclinómetro para hallar vectorialmente la velocidad en tercera dimensión a partir de la velocidad en dos dimensiones. Una vez hecho este cálculo, pasa a exportar en una carpeta **VELOCIDAD** que se creó previamente en la unidad C:, todos estos resultados de velocidades en tercera dimensión y las clasifica en cargado (loaded) y vacío (empty), todas las velocidades para cada una de las gradientes que van de -12% a 12%; para obtener en total 25 archivos Excel en formato .CSV.

A estos 25 archivos se les importa uno por uno a una nuevo libro Excel habilitado para macros (**SEPARAR\_V3D\_1**) y se les ejecuta el proceso **Sub AGRUPAR ( )** que separa en cargado (loaded) y vacío (empty) las velocidades obtenidas. Paso siguiente se hace un análisis estadístico a las velocidades para estos 2 estados del camión.

Finalmente se abre un último libro Excel **PERFIL\_DE\_V3D\_LI\_10\_LS\_65\_MES con hojas SPEED\_EMPTY y SPEED\_LOADED** en donde se van pegando los valores obtenidos de cada análisis estadístico obtenido anteriormente, para cada una de sus pendientes y en otra hoja si el estado del camión cambia. Es así como los 25 análisis estadísticos en estado cargado y los otros 25 análisis estadísticos en estado vacío, son pegados en las hojas **SPEED\_LOADED y SPEED\_EMPTY** respectivamente. Obteniéndose 2 gráficas de las velocidades media, mediana y moda versus la gradiente que tienen para cada una de las hojas; reconociendo así a la velocidad mediana como la más cercana al perfil de velocidades con el cual trabaja el programa de Planeamiento Mina.

22

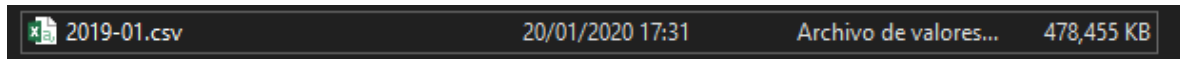
### 3. Resultados

Antes de iniciar los procedimientos que detallaremos más adelante tenemos que entender qué es la data cruda: la data cruda es información mensual que es brindada por el sistema de despacho donde existen datos como: id, id\_equipo, id\_flota, nombre\_equipo, id\_dcamion, xcoorint, ycoorint, xcoor, ycoor, velocidad, tonelaje, incl\_roll, incl\_pitch, tramosids, tiem\_creac, id\_data\_ca; los datos como xcoor, ycoor, velocidad, tonelaje, incl\_roll, incl\_pitch cada uno de estos datos están almacenados en una celda distinta en donde dentro de estas celdas hay llaves y a su vez dentro de estas llaves existen 1800 datos separados por comas (cada dato se toma en un intervalo de 2 segundos, es decir se almacena una hora de toma de puntos en un registro de la base de datos del sistema de despacho), de los cuales nos interesan para ser procesados solo cuatro campos xcoor, ycoor, tonelaje e incl\_pitch.

Daremos a conocer el procedimiento (PASOS), el cual utiliza el lenguaje de programación en Visual Basic (VBA Excel):

**PASO 1.-** Tomamos la data del mes que nos interesa, en este informe tomaremos como ejemplo la data del mes de enero proveniente de la base de datos que brindó el sistema de despacho de camiones cuyo archivo lleva por nombre “2019-01.csv”

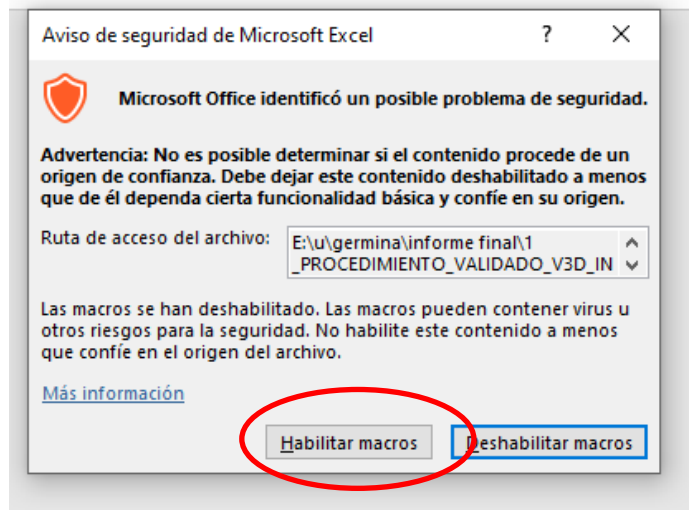
**Figura N°1**



Fuente: Elaboración propia

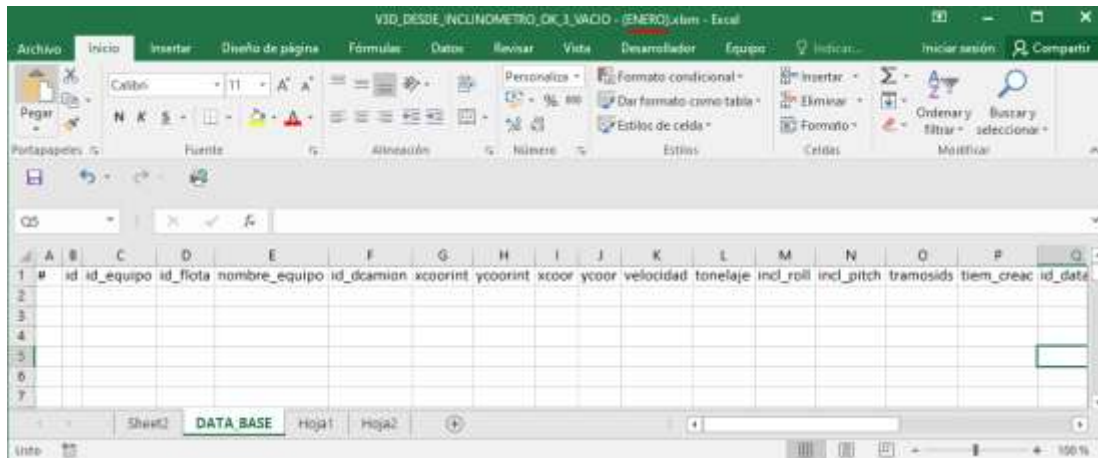
Abrimos el Excel V3D\_DESDE\_INCLINOMETRO\_OK\_3\_VACIO - (MES).xlsm: En el espacio donde dice “MES” poner el mes a trabajar para nuestro ejemplo pondremos el mes de enero así que nuestro Excel se llamará V3D\_DESDE\_INCLINOMETRO\_OK\_3\_VACIO - (ENERO).xlsm al abrir el Excel se dará un aviso como se ilustra en la (Figura 2). Donde presionaremos en “**Habilitar macros**” para autorizar el uso de los programas incluidos en la macros, se generará un Excel vacío como se ilustra en la (Figura 3) aquí en este Excel importaremos los datos que es el paso 2.

**Figura N°:** Aviso de seguridad de Microsoft Excel



Fuente: elaboración propia

**Figura N°3:** hoja DATA\_BASE del libro principal “V3D\_DESDE\_INCLINOMETRO\_OK\_3\_VACIO – (ENERO).xlsm

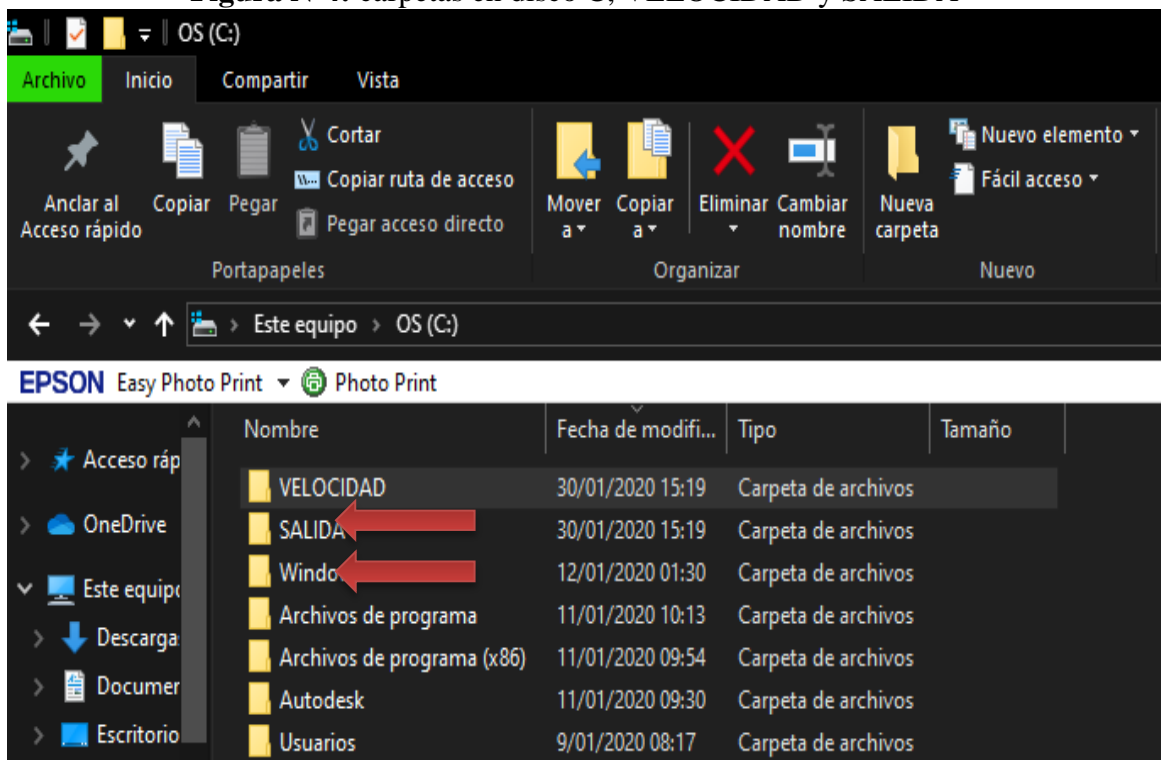


Fuente: elaboración propia

**PASO 2.-** Crear 2 carpetas en el disco C:\, la primera con el nombre de **SALIDA** y el segundo con el nombre de **VELOCIDAD** (Figura 4).

**Figura N°4:** carpetas en disco C, VELOCIDAD y SALIDA

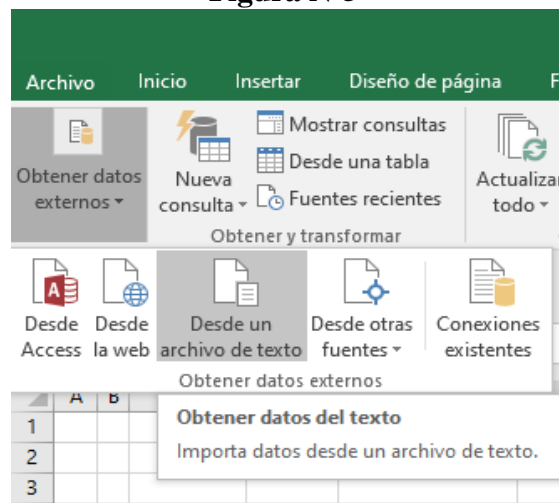
24



Fuente: elaboración propia

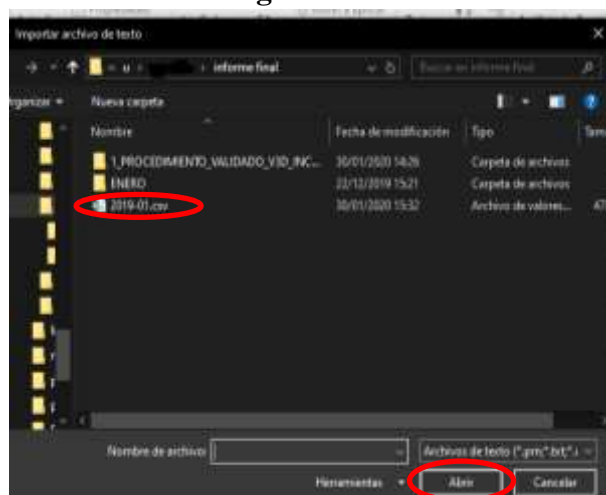
**PASO 3.-** (3minutos +- 1minuto) Ubicada en la hoja “DATA\_BASE” borrar todos los datos existentes en esta hoja luego importar los datos de 2019-01.csv (en nuestro ejemplo), para ello nos ubicamos primero en DATOS segundo en OBTENER DATOS EXTERNOS tercero DESDE UN ARCHIVO DE TEXTO (Figura 5) con ello nos direccionará a importar archivos de texto donde buscaremos y seleccionaremos el archivo que queremos trabajar para nuestro ejemplo es 2019-01.csv click en el archivo y abrir (Figura 6), el programa nos mostrará un **asistente para importar texto-paso 1 de 3** el cual presionaremos **siguiente** (Figura 7), nos mandará al siguiente paso 2 de 3 donde tendremos que cambiar en separadores en **punto y coma** luego presionar **siguiente** (Figura 8) nos mandará al siguiente paso 3 de 3 ahí solo presionamos **finalizar** (Figura 9) y por último para importar los datos nos pedirá la primera celda desde donde se iniciará la importación donde debemos dar click en A1 y finalmente aceptar (Figura 10) el programa se demorará un poco por la cantidad de datos que posee éste.

**Figura N°5**



Fuente: Elaboración propia

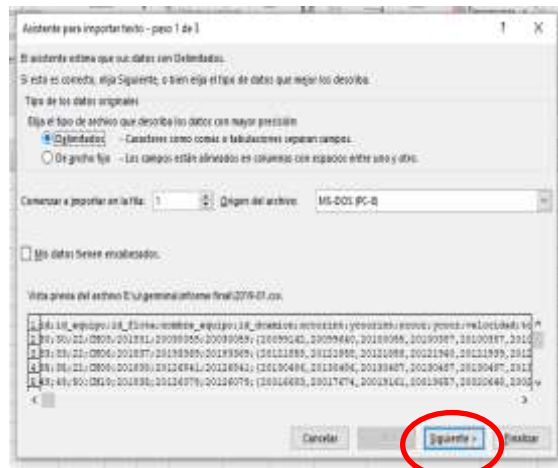
**Figura N°6**



Fuente: Elaboración propia

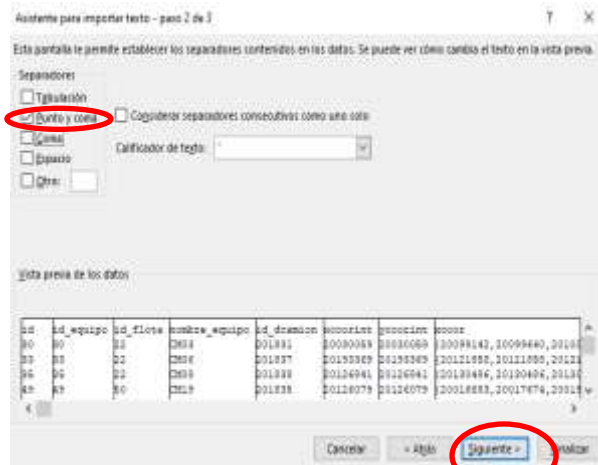


Figura N°7



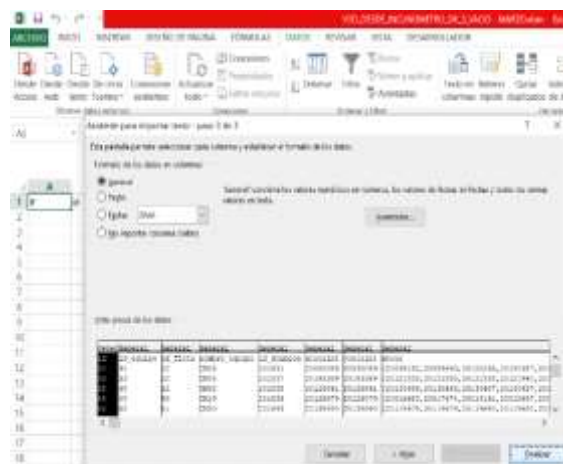
Fuente: Elaboración propia

Figura N°8



Fuente: Elaboración propia

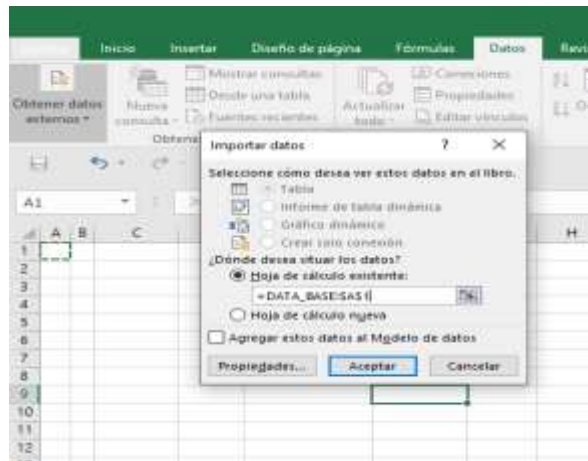
Figura N°9



Fuente: Elaboración propia



Figura N°10



Fuente: Elaboración propia

**PASO 4.-** (1hora +- 10 minutos) Teniendo los datos como se ilustra en la (Figura 11) donde observados datos como: id, id\_equipo, id\_flota, nombre\_equipo, id\_dcamion, xcoorint, ycoorint, xcoor, ycoor, velocidad, tonelaje, incl\_roll, incl\_pitch, tramosids, tiem\_creac, id\_data\_ca.

**Figura N°11:** Data cruda donde existen miles de datos del camión de los cuales nos importan solamente: xcoor, ycoor, tonelaje e incl\_pitch

Fuente: Elaboración propia

**MUY IMPORTANTE:** No olvidar agregar una columna al inicio cuyo nombre será #, esto debido a que el orden de las columnas para que todos los módulos se ejecuten correctamente. Los campos usados deben ir de A --> Q.

De todos estos datos los que nos importan son solo cuatro (4), los cuales son: xcoor, ycoor, tonelaje, incl\_pitch; de donde “xcoor” y “ycoor” son coordenadas UTM multiplicadas por 100, el tonelaje es la carga que transporta el camión en toneladas



Sub tres ( ) antes podemos observar en la Figura 13 que los datos aún siguen estando en una celda y que éstos están separados por unas llaves y dentro de éstas por comas, nuestro segundo programa lo que hará será tomar estos valores y separar cada celda “B:2”, “B:3”, etc.; que contiene datos celda por celda como podemos observar en la Figura 14.

**Figura N°14:** Datos separados celda por celda

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	registro 1													
2	coor x	[20099142	20099640	20100055	20100387	20100387	20100801	20101214	20101461	20101625	20101543	20101378	20101378	20101296
3	coor y	[839873573	839873641	839873372	839873196	839873196	839872990	839872815	839872839	839872663	839872662	839872891	839872934	839872890
4	incl_pitch	[0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	tone	[0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	registro 2													
7	coor x	[20121858	20121858	20121858	20121940	20121939	20121939	20121939	20122021	20122021	20122021	20122103	20122103	20122103
8	coor y	[839874322	839874353	839874353	839874376	839874397	839874397	839874428	839874429	839874461	839874461	839874462	839874473	839874473
9	incl_pitch	[0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	tone	[0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	registro 3													
12	coor x	[20130486	20130486	20130487	20130487	20130487	20130486	20130486	20130486	20130486	20130486	20130486	20130486	20130486
13	coor y	[839868777	839868745	839868724	839868724	839868724	839868745	839868755	839868755	839868777	839868777	839868798	839868798	839868798
14	incl_pitch	[7	8	5	7	7	5	8	8	7	7	7	7	7
15	tone	[0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	registro 4													
17	coor x	[20016683	20017674	20019161	20019657	20020648	20022214	20023282	20024677	20025903	20027699	20027899	20028435	20029824
18	coor y	[839878803	839878540	839878094	839877931	839877710	839877518	839877668	839878097	839878777	839880024	839880024	839880466	839881328

Fuente: Elaboración propia

**Sub 4 y Sub 5**

Podemos observar que aún permanecen las llaves ( { } ) tanto al inicio como en el final de nuestros datos, para ello diseñamos los programas tres y cuatro para desaparecer estas llaves, así como se observa en la Figura 15, Figura 16, Figura 17 y Figura 18 donde con estos datos ya podemos manipularlos y operar directamente.

**Figura N°15:** Llaves iniciales aún existentes

	A	B	C	D	E
1	registro 1				
2	coor x	[20099142	20099640	20100055	20100387
3	coor y	[839873573	839873641	839873372	839873196
4	incl_pitch	[0	0	0	0
5	tone	[0	0	0	0
6	registro 2				
7	coor x	[20121858	20121858	20121858	20121940
8	coor y	[839874322	839874353	839874353	839874376
9	incl_pitch	[0	0	0	0
10	tone	[0	0	0	0
11	registro 3				
12	coor x	[20130486	20130486	20130487	20130487
13	coor y	[839868777	839868745	839868724	839868724
14	incl_pitch	[7	8	5	7
15	tone	[0	0	0	0
16	registro 4				
17	coor x	[20016683	20017674	20019161	20019657
18	coor y	[839878803	839878540	839878094	839877931

Fuente: eElaboración propia

**Figura N°16:** Llaves iniciales eliminadas con el programa número tres.

	A	B	C	D	E
1 registro 1					
2 coor x	20099142	20099640	20100055	20100387	
3 coor y	839873973	839873641	839873372	839873196	
4 int_pntth	0	0	0	0	
5 tone	0	0	0	0	
6 registro 2					
7 coor x	20121850	20121858	20121858	20121940	
8 coor y	839874322	839874353	839874353	839874376	
9 int_pntth	0	0	0	0	
10 tone	0	0	0	0	
11 registro 3					
12 coor x	20130489	20130489	20130487	20130487	
13 coor y	839868777	839868745	839868724	839868724	
14 int_pntth	7	8	5	7	
15 tone	0	0	0	0	
16 registro 4					
17 coor x	20016683	20017674	20019161	20019657	
18 coor y	839876803	839876540	839876094	839877931	

Fuente: Elaboración propia

**Figura N°17:** Llaves terminales de los datos aún existentes

BQB	BQC	BQD	BQE	BQF	BQG
20030061	20030060	20030060	20030060	20030039	20030039
839875364	839875396	839875406	839875427	839875449	839875449
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
20193720	20193634	20193548	20193382	20193277	20193369
839956254	839956648	839956901	839957046	839957427	839958123
0	0	0	0	0	0
2430	2430	2430	2430	2430	2430
20126841	20126841	20126841	20126841	20126841	20126841
839945378	839945399	839945399	839945399	839945399	839945609
-96	-97	-97	-96	-97	-96
1912	1912	1912	1912	1912	1912
20126026	20126091	20126061	20126122	20126100	20126079
839761148	839762553	839763024	839766820	839768804	839770325

Fuente: Elaboración propia

**Figura N°18:** Llaves finales eliminadas con el programa cuatro.

BQB	BQC	BQD	BQE	BQF	BQG
20030061	20030060	20030060	20030060	20030059	20030059
839875364	839875396	839875406	839875427	839875449	839875449
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
20193720	20193634	20193548	20193382	20193277	20193369
839956254	839956648	839956901	839957046	839957427	839958123
0	0	0	0	0	0
2430	2430	2430	2430	2430	2430
20126841	20126841	20126841	20126841	20126841	20126841
839945378	839945399	839945399	839945399	839945399	839945609
-96	-97	-97	-96	-97	-96
1912	1912	1912	1912	1912	1912
20126026	20126091	20126061	20126122	20126100	20126079
839761148	839762553	839763024	839766820	839768804	839770325

Fuente: Elaboración propia



### Sub seis ( )

Estos datos aún permanecen como datos en distintas unidades, por lo cual haremos unos reajustes para poder trabajar en las unidades más adecuadas como ejemplo, tenemos xcoor debería de tener coordenadas UTM, pero observar que los valores no son los adecuados así que con el quinto programa daremos unos reajustes los cuales son multiplicar por factores que permitan tener los valores en su magnitud real a coorx y coory lo dividimos entre 100; el tonelaje lo dividimos entre 10 y el incl\_pitch lo dividimos entre 100; con el objetivo de utilizar estos valores en los siguientes trabajos que vamos a realizar como se observa en la Figura 19.

**Figura N°19:** A la izquierda podemos observar los datos que no han sido ajustados a una unidad adecuada para hacer los trabajos posteriores, a la derecha observamos los datos con los reajustes que tuvo con el quinto programa.

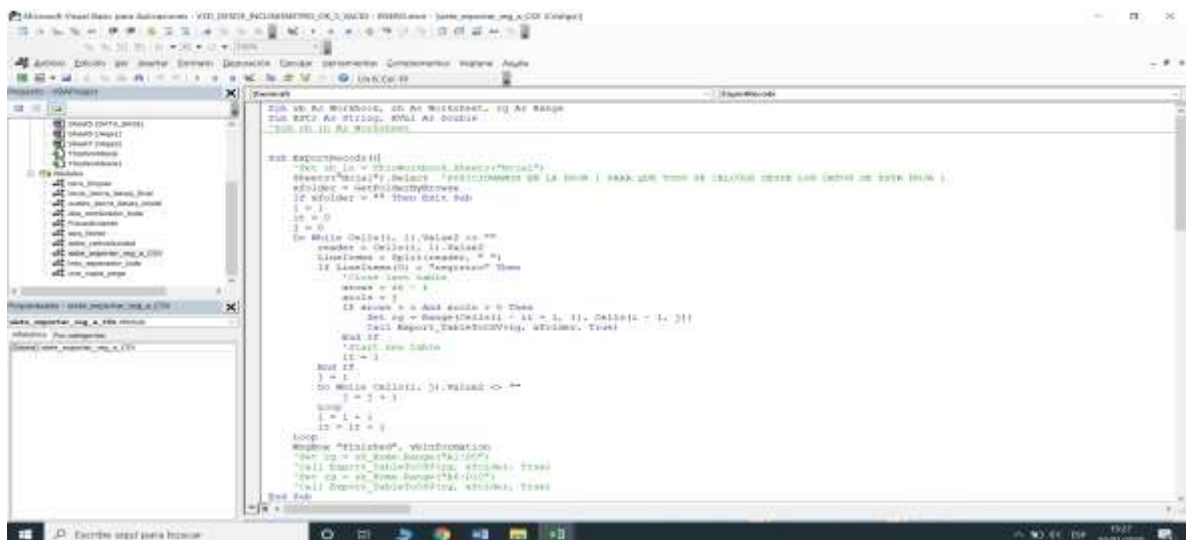
	A	B	C	D	E	F	G
1	registro 1						
2	coor x	20099142	20099640	20100055	20100387	20100387	20100801
3	coor y	839873973	839873641	839873372	839873196	839873196	839872990
4	incl_pitch	0	0	0	0	0	0
5	tone	0	0	0	0	0	0
6	registro 2						
7	coor x	20121858	20121858	20121858	20121940	20121939	20121939
8	coor y	839874322	839874353	839874353	839874376	839874397	839874397
9	incl_pitch	0	0	0	0	0	0
10	tone	0	0	0	0	0	0
11	registro 3						
12	coor x	20130486	20130486	20130487	20130487	20130487	20130486
13	coor y	839868777	839868745	839868724	839868724	839868724	839868745
14	incl_pitch	7	8	5	7	7	5
15	tone	0	0	0	0	0	0
16	registro 4						
17	coor x	20016683	20017674	20019161	20019657	20020648	20022214
18	coor y	83987809	839878540	839878094	839877931	839877710	839877518

Fuente: Elaboración propia

31

**PASO 5.- (16 minutos +- 1 minuto)** Una vez que tenemos todos los registros ya ordenados en la hoja excel “Hoja 1” procedemos a ejecutar el módulo “siete\_exportar\_reg\_a\_CSV”, específicamente “Sub ExportRecods()” como se observa en la Figura 20.

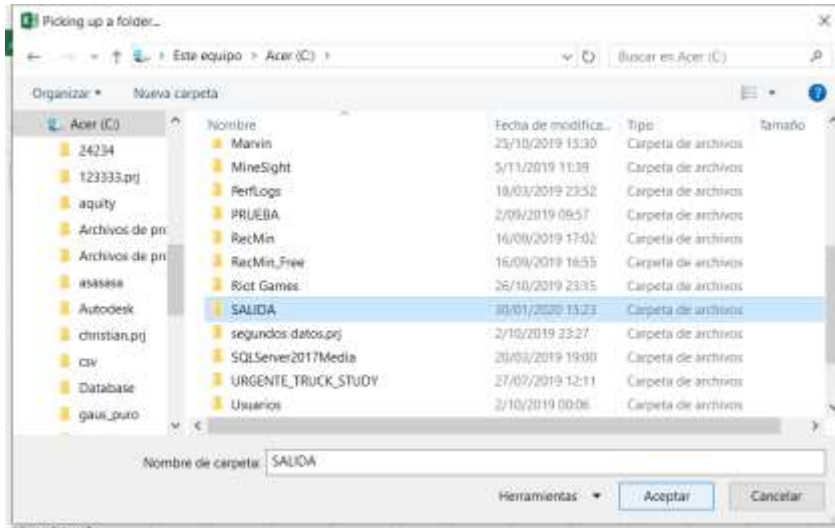
**Figura N°20:** módulo siete\_exportar\_reg\_a\_CSV



Fuente: Elaboración propia

El cual pedirá buscar una carpeta llamada “SALIDA” que ha sido creada en la unidad C: , al elegir esta carpeta que debe de estar vacía, se avisará con un mensaje que el proceso concluyó y por lo tanto que cada registro junto con sus datos: coorx, coory, incl\_pitch y tone; han sido exportados a dicha carpeta.

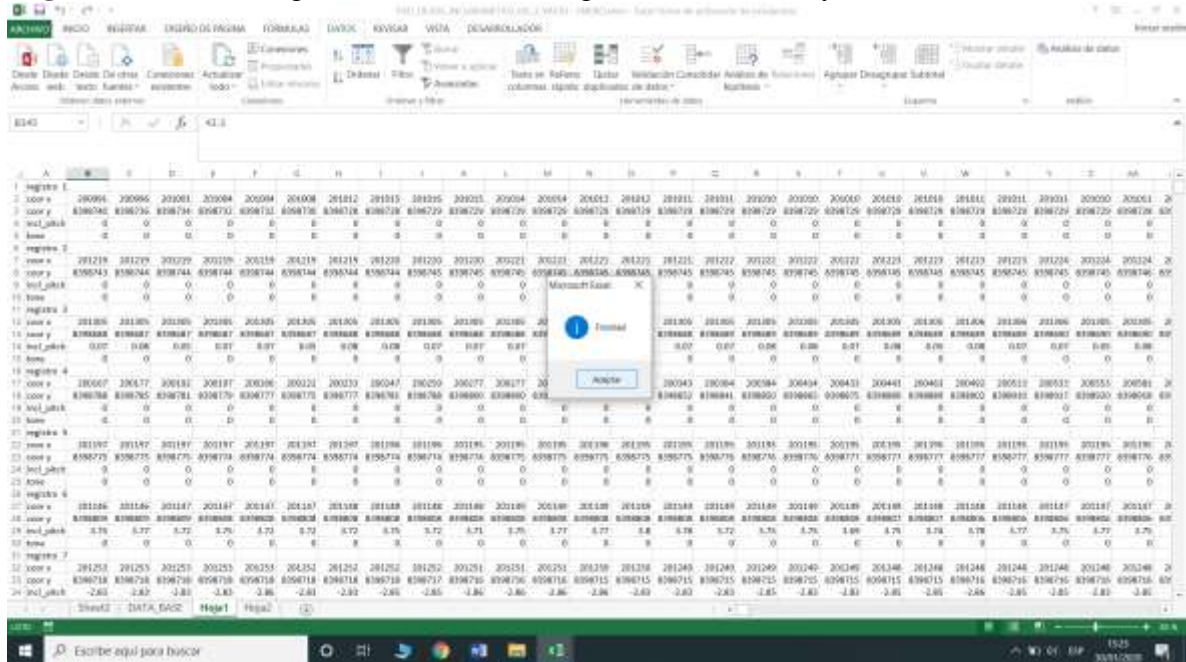
Figura N°21: Buscando carpeta SALIDA



Fuente: Elaboración propia

32

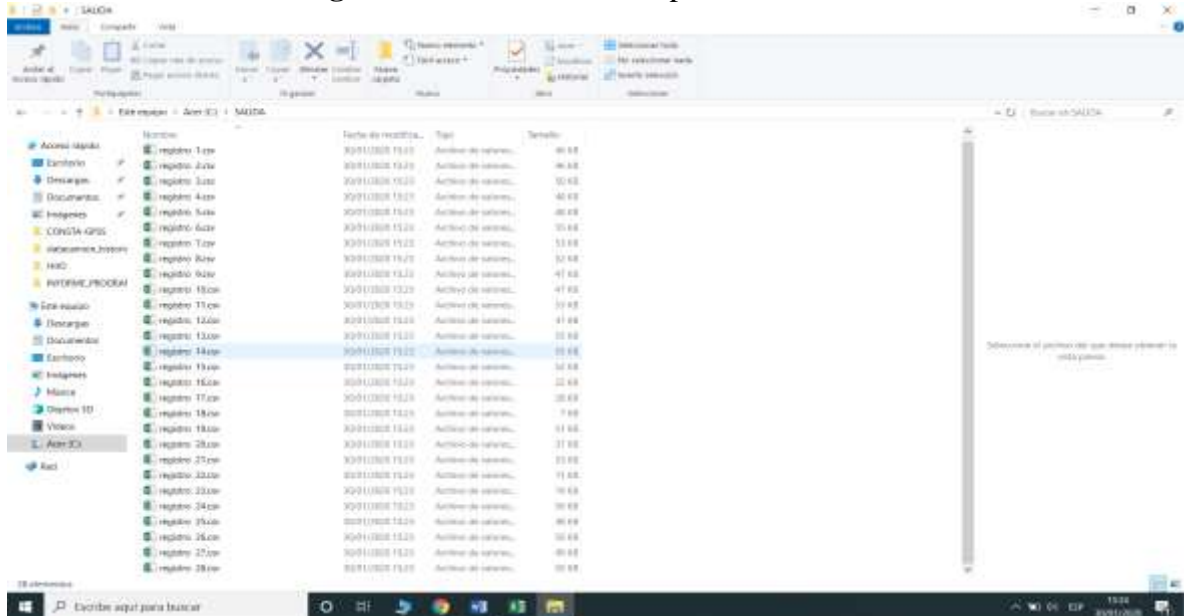
Figura N°22: El código enviará todos los registros a SALIDA y finalizará con un aviso



Fuente: Elaboración propia

Es entonces que si en la hoja “Hoja 1” se tenían 29 registros, en la carpeta “SALIDA” se van a tener 28 registros en formato .csv (este déficit de 1 registro es un error del código que no se corrigió).

**Figura N°23:** Vista de la carpeta SALIDA



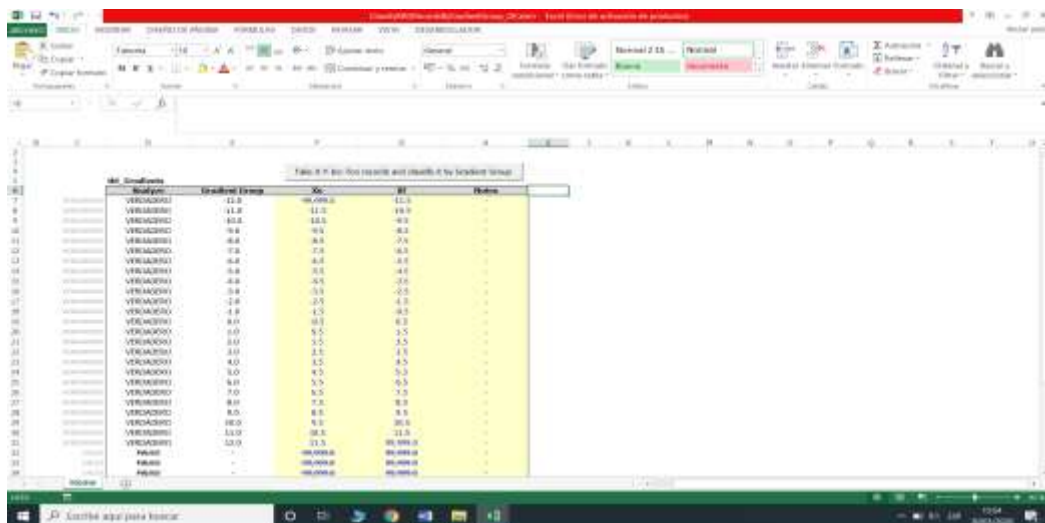
Fuente: Elaboración propia

### PASO 6.- (20 minutos +- 10 minutos)

Ahora abriremos el libro Excel “ClassifyMSSRecordsByGradientGroup\_OK.xlsm” el cual contiene una tabla y un botón “Take X-Y-Inc-Ton records and classify it by Gradient Group”, el cual ejecuta a través de una macro el módulo “Gerson”, específicamente “Sub MainSub()” pide seleccionar todos y cada uno de los registros a trabajar (Ctrl + E dentro de la carpeta SALIDA en la unidad C:), para luego calcular las velocidades en 3D y clasificarlas según la gradiente (-12% a 12%).

33

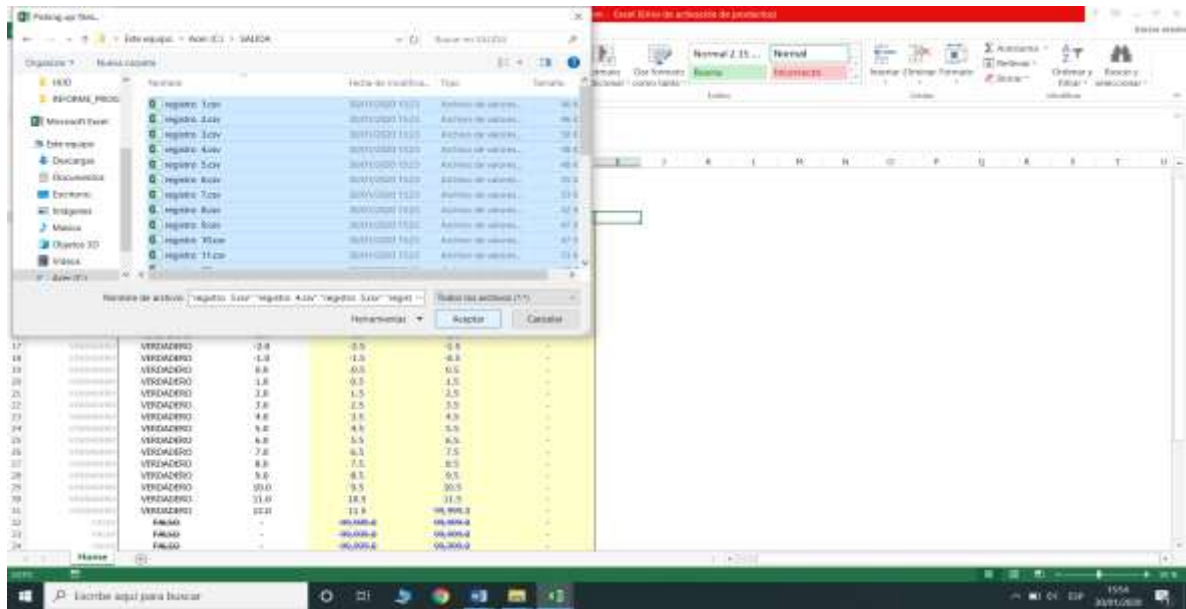
**Figura N°24:** Excel ClassifyMSSRecordsByGradientGroup\_OK.xlsm



Fuente: Elaboración propia

Primero pedir los archivos a trabajar de la carpeta “SALIDA” los cuales deben seleccionarse en su totalidad, haciendo click en uno de ellos y luego siguiendo el comando de teclas Ctrt + E (para seleccionar todos los archivos), luego dar a aceptar. Este proceso demora dependiendo de la cantidad de archivos seleccionados, pero en promedio demora de 12 a 30 minutos.

**Figura N°25:** Seleccionando los archivos a utilizar en el código.

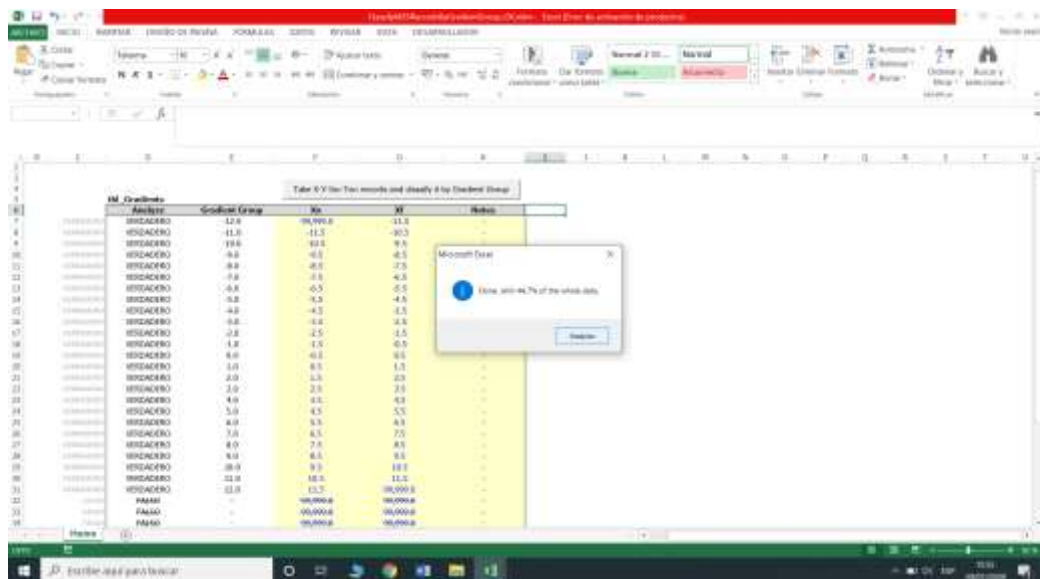


Fuente: Elaboración propia

34

El proceso concluirá con un mensaje que indicará el porcentaje de datos usados en el cálculo de las velocidades. Hecho esto procedemos a cerrar este libro Excel, ya que terminó su función principal.

**Figura N°26:** Aviso que informa el porcentaje de datos utilizados en el proceso.

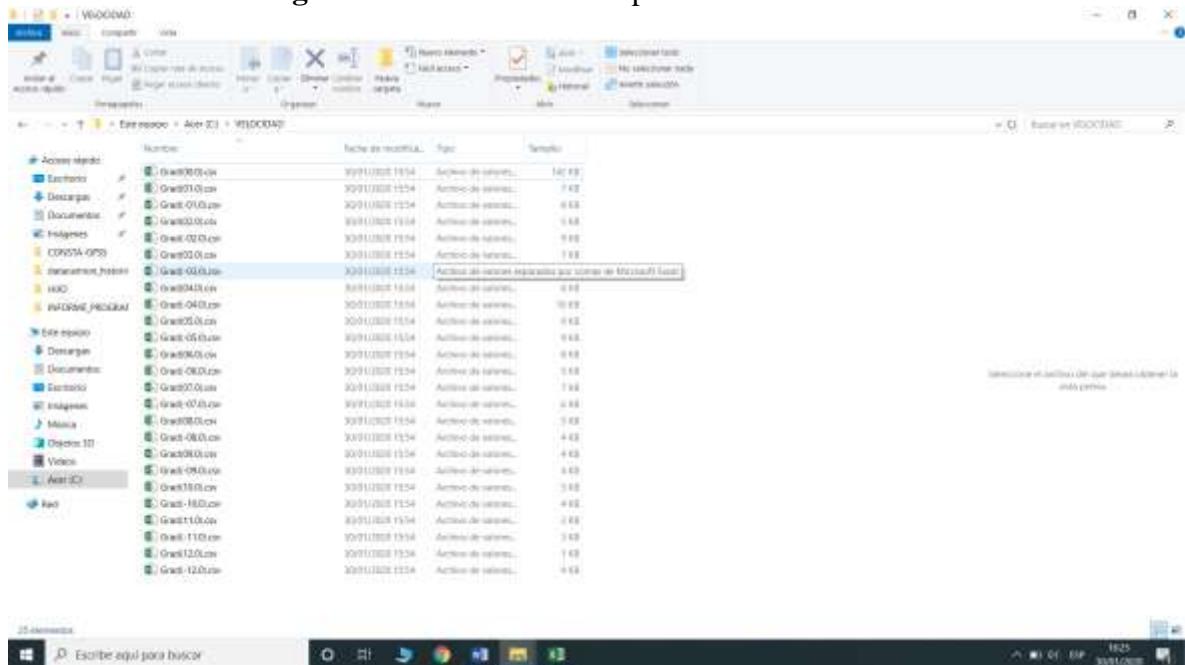


Fuente: Elaboración propia



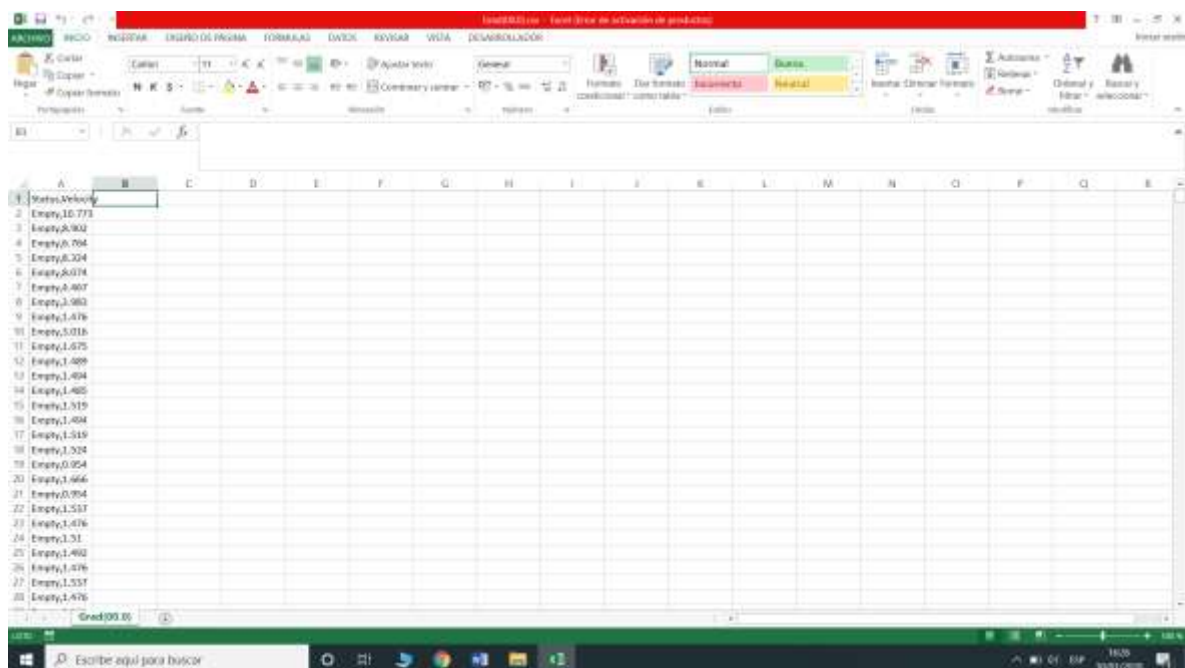
Ahora, si nos fijamos en la carpeta “VELOCIDADES”, podemos encontrar los archivos .csv que contienen las velocidades según las gradientes desde -12% a +12% que están en formato .csv, estos archivos tendrán una columna de condición “status” que indica si la velocidad se calculó estando el camión cargado o vacío y la siguiente columna con el valor de las velocidades.

**Figura N°27:** Vista de la carpeta VELOCIDAD.



Fuente: Elaboración propia

**Figura N°28:** Vista de uno de los archivos de la carpeta VELOCIDAD.



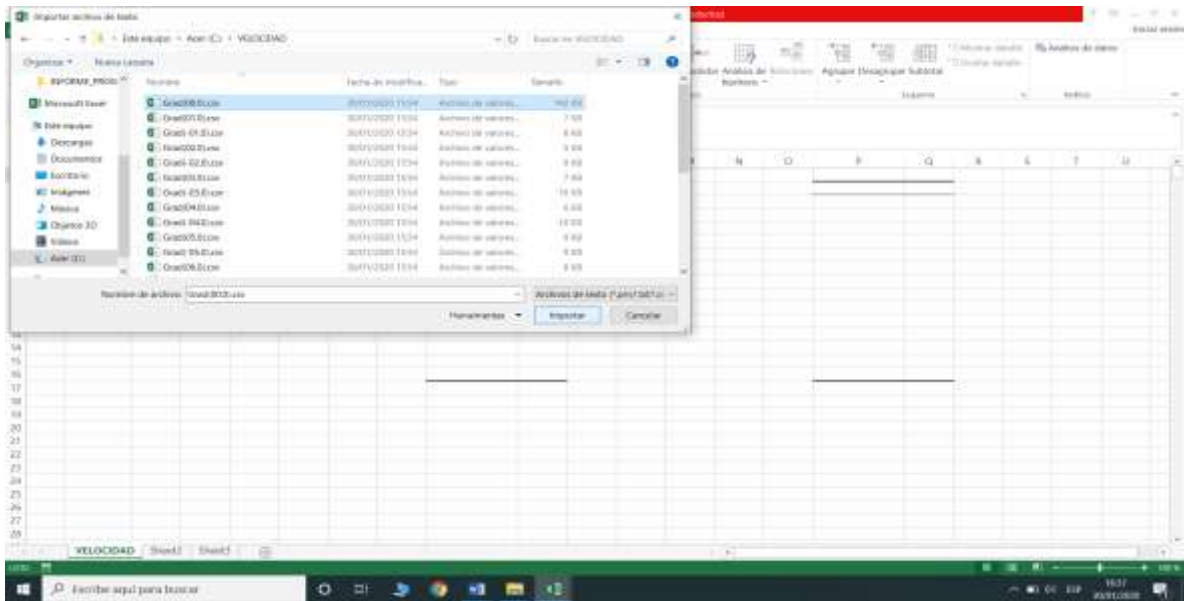
Fuente: Elaboración propia

**PASO 7.-**

A continuación procedemos a abrir el libro Excel “SEPARAR\_V3D\_1.xlsm” el cual se encuentra vacío y tiene como módulo a “agrupar” -> “Sub AGRUPAR ()” el cual sirve para que una vez importemos los datos, podamos separarlos en cargados y vacíos, así como también separa las velocidades mayores o iguales a 10 Km/hr y menores o iguales a 65 Km/hr.

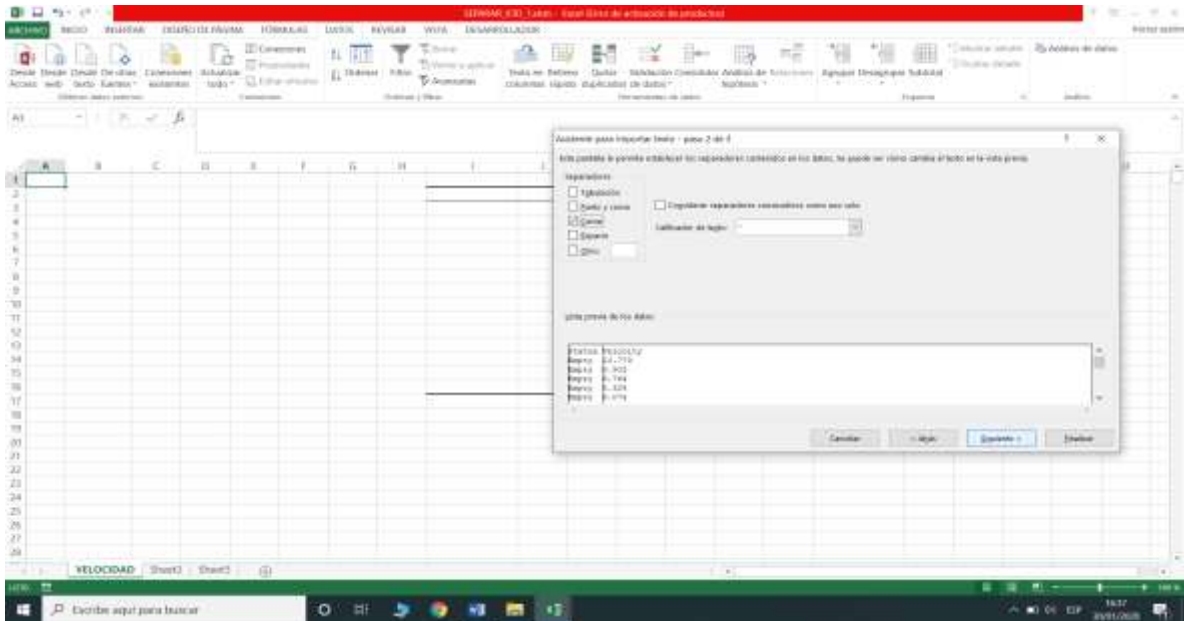
Primero importamos uno a uno por separado las gradientes obtenidas en la carpeta “VELOCIDADES”, (Data -> FromText -> Seleccionar archivo)

**Figura N°29:** selección de Excel a importar.



Fuente: Elaboración propia

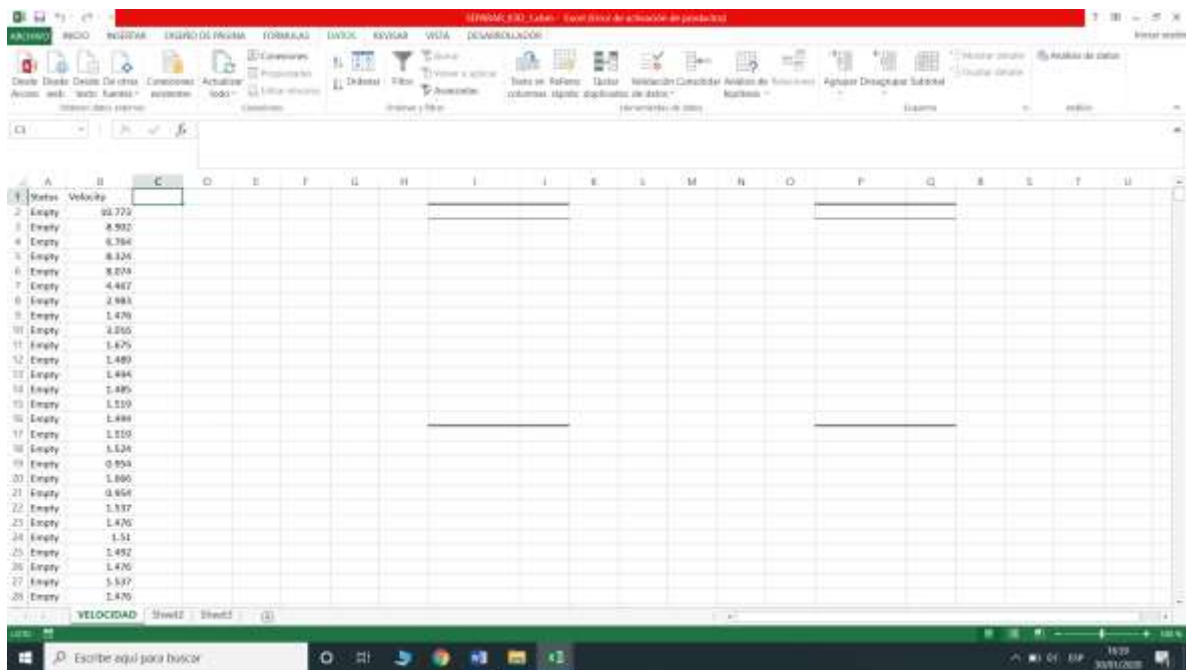
**Figura N°30:** proceso de importación.



Fuente: Elaboración propia

36

**Figura N°31:** importación finalizada.

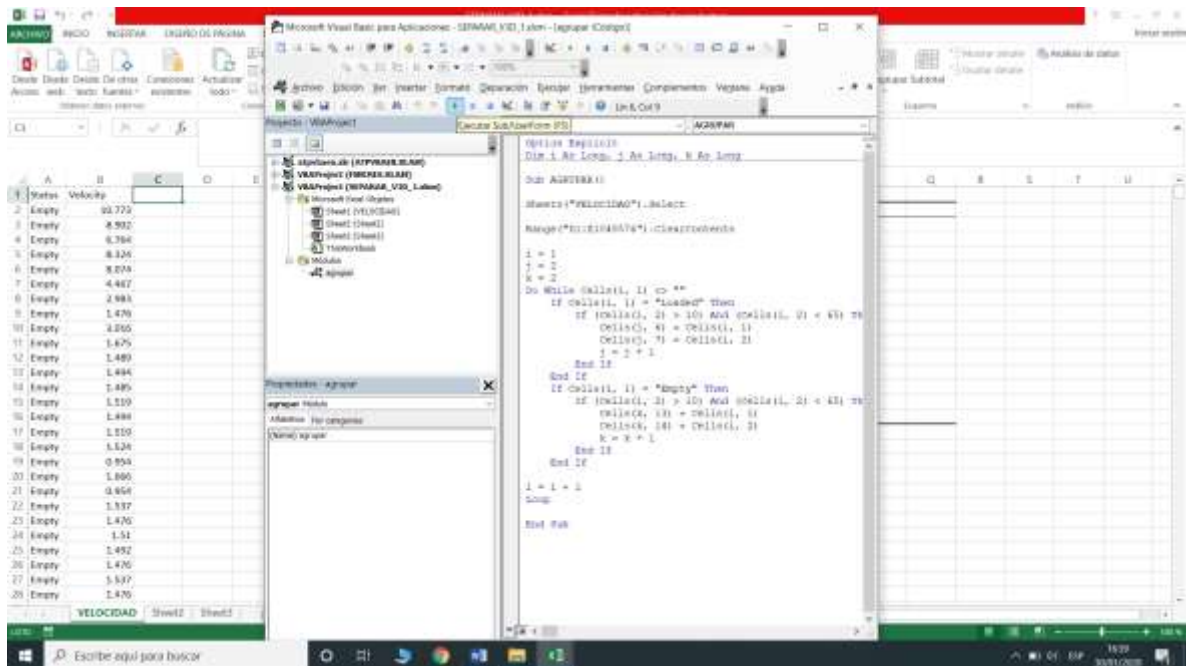


Fuente: Elaboración propia

A continuación ejecutamos “Sub AGRUPAR ( )” para separar en “Loaded” y “Empty” y todas las velocidades que corresponde a cada estado. Ahora bien con estas velocidades podemos hacer las estadísticas que corresponden como media, moda, mediana, etc.

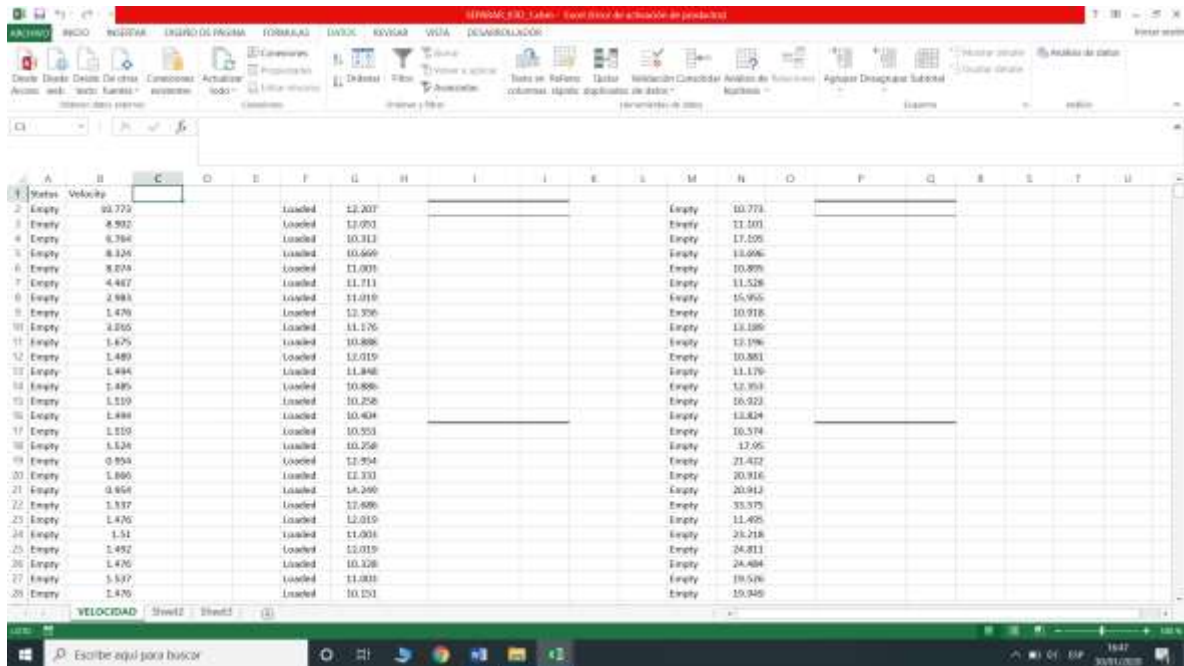
37

**Figura N° 32:** ejecución de Sub AGRUPAR.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°33: resultado de la ejecución.

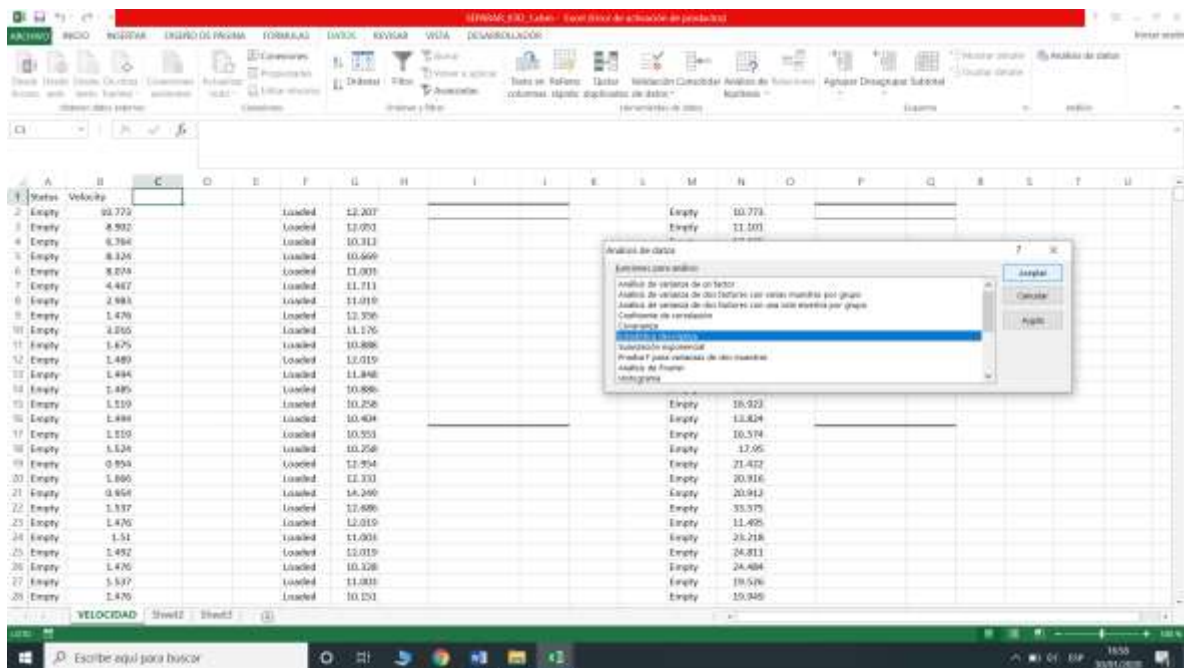


Fuente: Elaboración propia

38

Paso seguido hacemos la estadística de cada columna por separado y guardamos este libro Excel con el nombre de “ENERO\_V\_G0.xlsm” porque es del mes de enero y corresponde a la gradiente cero.

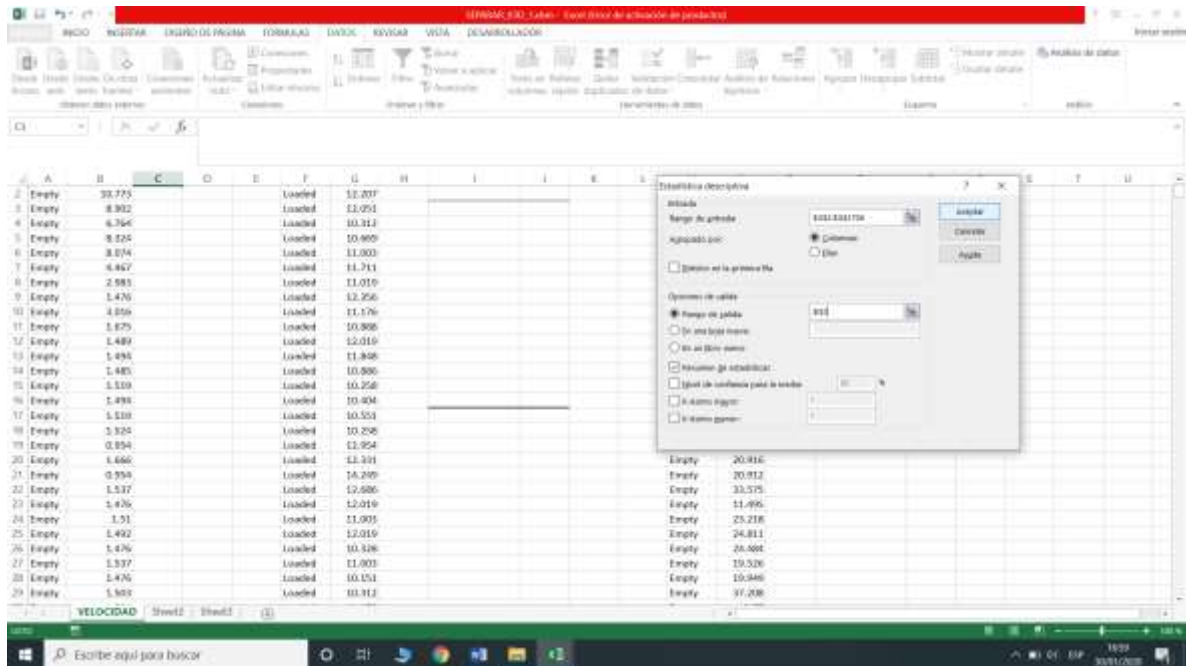
Figura N°34: Proceso de Análisis de datos, selección de Estadística descriptiva.



Fuente: Elaboración propia



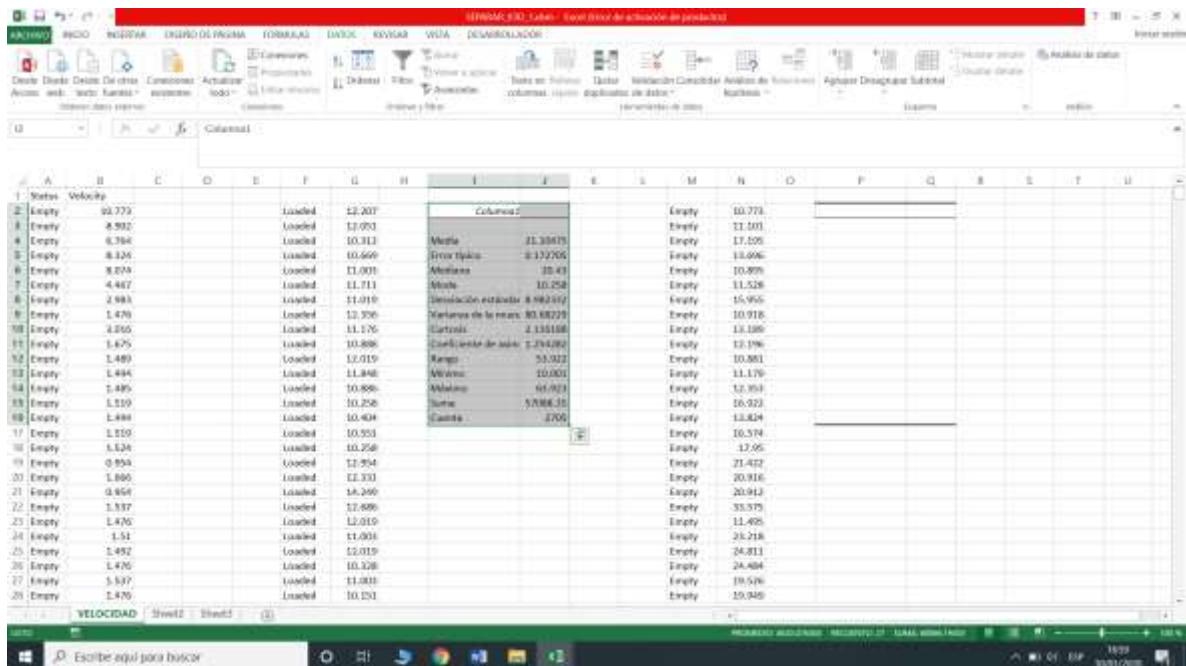
Figura N°35: Selección de rangos de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°36: Resultados de la estadística descriptiva de la columna Loaded.

39



Fuente: Elaboración propia

Así sucesivamente hacemos para la otra columna y repetimos el proceso para todas las gradientes, obteniendo un total de 25 archivos.

**PASO 8:**

Una vez obtenidos los datos de estadística descriptiva cargado y descargado de cada gradiente, se copiará y se pegarán todos estos datos de forma que esa columna copiada se pegue como fila en un nuevo Excel llamado **PERFIL\_DE\_V3D\_LI\_10\_LS\_65\_ENERO**, en donde hay dos hojas “**SPEED\_LOADED**” y “**SPEED\_EMPTY**”, en las cuales hay una tabla en la que se pega la información estadística para una respectiva gradiente.

Es así como se llena toda la información de la tabla, tanto en la primera y segunda hoja; mientras la gráfica se va generando con la gradiente y las 3 velocidades que tenemos como partes de la información (velocidad media, velocidad mediana y velocidad moda). Finalmente quedará así (Figura 38).

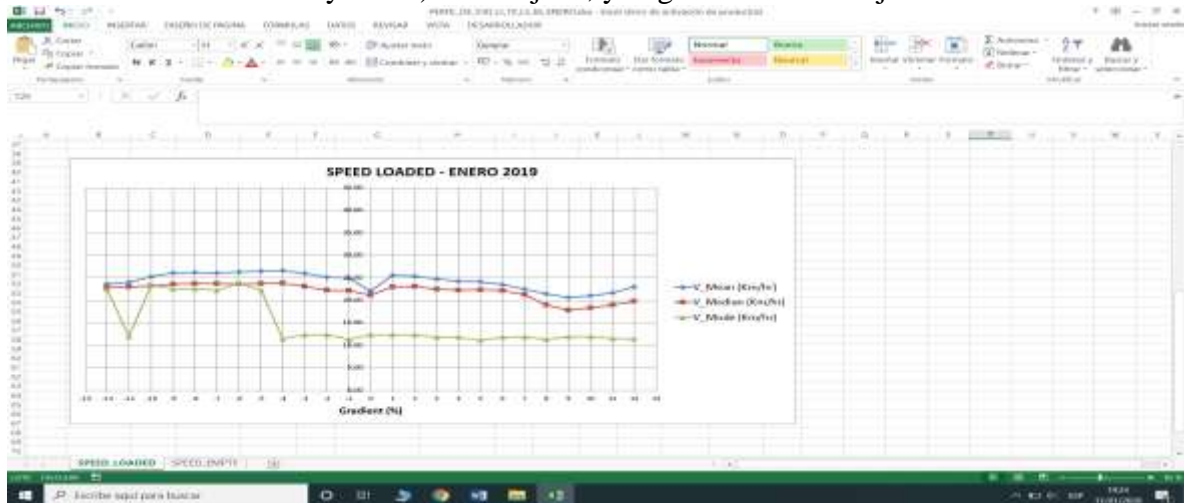
**Figura N°37:** Hoja SPEED\_LOADED, mostrando tabla de información total

40

GRADIENTE	LIMITE1	LIMITE2	LIMITE3	LIMITE4	LIMITE5	LIMITE6	LIMITE7	LIMITE8	LIMITE9	LIMITE10	LIMITE11	LIMITE12
-B	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-C	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-D	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-E	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-F	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-G	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-H	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-I	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-J	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-K	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-L	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-M	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-N	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-O	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-P	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-Q	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-R	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-S	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-T	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-U	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-V	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-W	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-X	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-Y	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250
-Z	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250	2250

Fuente: Elaboración propia

**Figura N°38:** hoja SPEED\_LOADED, mostrando la gráfica de las velocidades (media, mediana y moda) como eje Y, y la gradiente como eje X.



Fuente: Elaboración propia

#### 4. Conclusiones

- La base de datos del sistema de despacho de camiones tuvo la cantidad y calidad suficiente de datos para el desarrollo de un programa en VBA Excel, con el cual se pudo llegar a calcular el perfil de velocidades en función de la gradiente del terreno.
- La metodología de cálculo de velocidades utilizada obtuvo las velocidades según gradiente del terreno y se clasificaron según su estado cargado o vacío.
- La implementación VBA para el proceso de datos fue exitosa e implementada para el posterior cálculo de perfiles de velocidades, demostrando que el VBA Excel sigue siendo una opción versátil para cálculos con grandes volúmenes de datos.
- Procesada gran parte de la data cruda, se obtuvo que la velocidad mediana hallada por la estadística de datos de mes es mes, es la más representativa para su aplicación a la realidad.
- Al finalizar el paso 7 se obtuvo todas las velocidades con la que transportaba el camión ya sea **Loaded** (cargado) y **Empty**(vacío), de los cuales se comprobó que la primera era menor que la segunda, siguiendo la premisa que mientras el camión esté cargado más lento se trasladará.

#### 5. Observaciones

Se debe analizar el comportamiento de las curvas con el objetivo de identificar posibles inconsistencias y ver oportunidades de mejora a partir del uso de las velocidades de los camiones en tajo y fuera de tajo.

## 6. Literatura Citada

**Jelen, Bill; Alexander, Michael** (2016). Excel 2016 Pivot Table Data Crunching ; ThriftBooks, Washington, United States.

**Valdivieso, M.** (2018). Cálculo de camiones para el transporte de mineral y desmonte en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (Tesis para optar el Título de Ingeniero de Minas). Universidad Nacional del Centro del Perú – Facultad de Ingeniería de Minas – Huancayo – Perú.

**Belette Fuentes, Orlando; Estenoz Mejía, Severo; Samora, Rafael** (2018). Cálculo del rendimiento de los equipos mineros: El rendimiento en función de los equipos mineros; Editorial Académica Española.España.



REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen III- N° 7 marzo 2019

130

*Contáctenos en nuestro correo electrónico  
[revistactscafe@gmail.com](mailto:revistactscafe@gmail.com)*

Página Web:  
[www.ctscafe.pe](http://www.ctscafe.pe)

Blog:  
<https://ctscafeparaciudadanos.blogspot.com/>

Facebook  
<https://www.facebook.com/Revista-CTSCafe-1822923591364746/>