

R.LTWB – SECTION 03

Descarga, procesamiento y análisis de datos hidroclimatológicos

Análisis de elevaciones, densidad, cobertura y radio de acción de estaciones terrestres

<https://github.com/jlgingcivil/R.LTWB.CS2120>

TABLA DE CONTENIDO

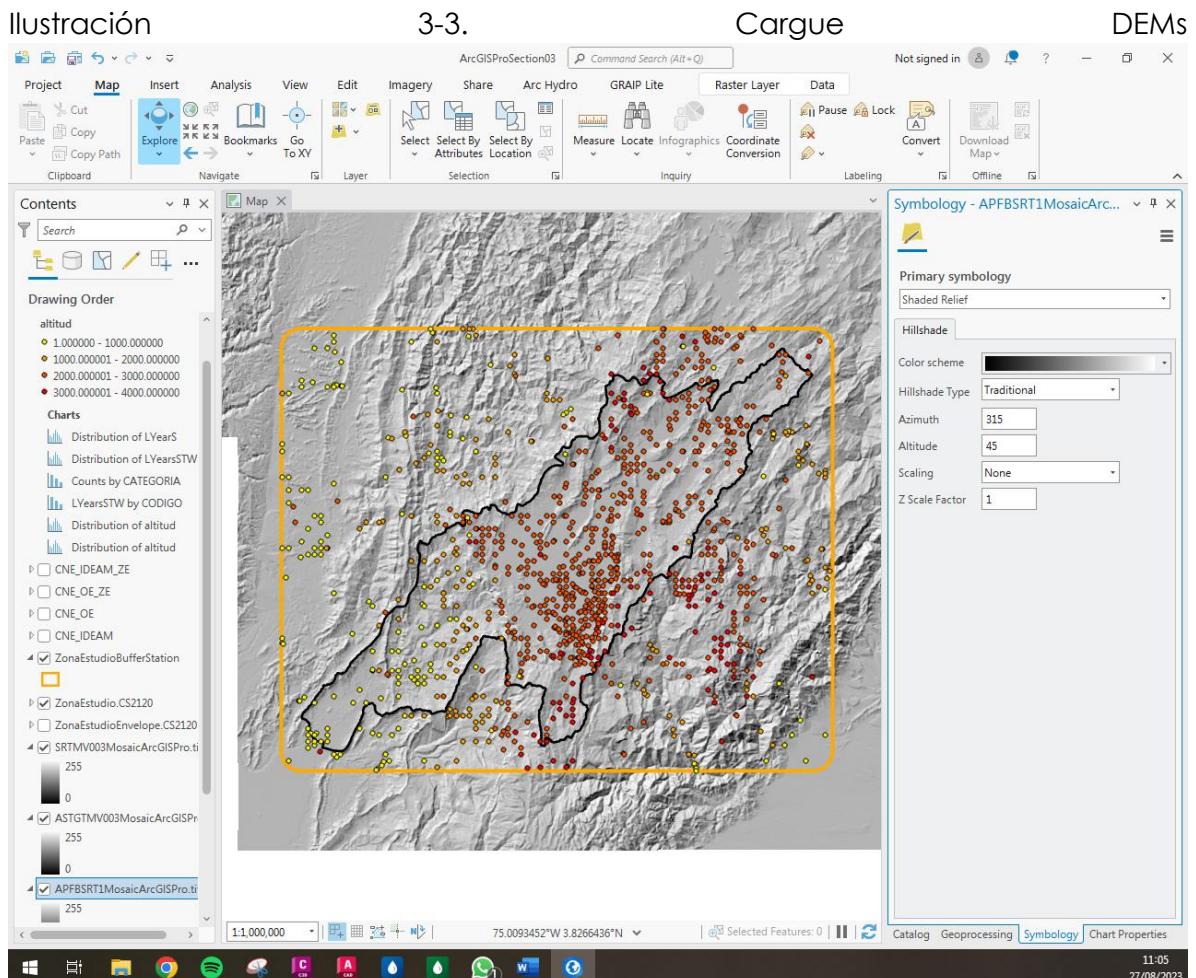
1.	Introducción	4
2.	Objetivo General	4
3.	Actividad 1: Procesamiento en software	4
4.	Actividad 2: COMPARACIÓN ZONA DE ESTUDIO.....	18
5.	Actividad 3: Otras referencias de clasificación.....	19
6.	Actividad 6: ANÁLISIS DE COBERTURA	20
7.	Conclusiones.....	21
8.	Referencias Bibliográficas	21

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1. Clasificación altitud Catálogo Nacional de Estaciones.....	4
Ilustración 3-2. Estadística Elevaciones CNE.....	5

SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
CC: 1032395475
CS2021



.....	6
Ilustración 3-4. Generación Shape CNE Otras Entidades	7
Ilustración 3-5. Estadística Valores DEM ASTER	8
Ilustración 3-6. Estadística Valores DEM SRTM	8
Ilustración 3-7. Ajuste elevaciones estaciones DEM ALOS	9
Ilustración 3-8. Estadística Valores DEM ALOS	10
Ilustración 3-9. Comparación altitud vs DEM	11
Ilustración 3-10. Exportación Estaciones Otras Entidades	12
Ilustración 3-11. Generación Categoría Caldas.....	13
Ilustración 3-12. Simbología numérica de Caldas	15
Ilustración 3-13. Cantidad de estaciones según categorización Caldas	15
Ilustración 3-14. Cantidad de estaciones según categorización convencional....	16
Ilustración 3-15. Creación atributos capa envolvente estaciones	16
Ilustración 3-16. Asignación cantidad de estaciones por parámetro	17
Ilustración 3-17. Cálculo densidad y cobertura de estaciones.....	18
Ilustración 3-18. Resultados cobertura y radio de acción	18
Ilustración 5-1. Pisos Térmicos en Europa.....	19
Ilustración 5-2. Pisos Térmicos en Asia	20

SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
CC: 1032395475
CS2021

Ilustración 6-1. Creación Polígonos de Cobertura Estaciones	20
Ilustración 6-2. Resultado Análisis de Cobertura.....	21

1. INTRODUCCIÓN

Se continua con curso Balance hidrológico de largo plazo para estimación de caudales medios usando SIG – LWTB con el desarrollo de la sección 3 Descarga, procesamiento y análisis de datos hidroclimatológicos. A continuación, se presenta en cada numeral las actividades realizadas de acuerdo con cada capítulo de la sección de estudio, incluyendo el resumen de actividades, logros alcanzados y capturas de pantalla de los ejercicios realizados. Se ha creado el repositorio <https://github.com/jlgingcivil/R.LTWB.CS2021> para la inclusión de los archivos y documentos de las actividades desarrolladas.

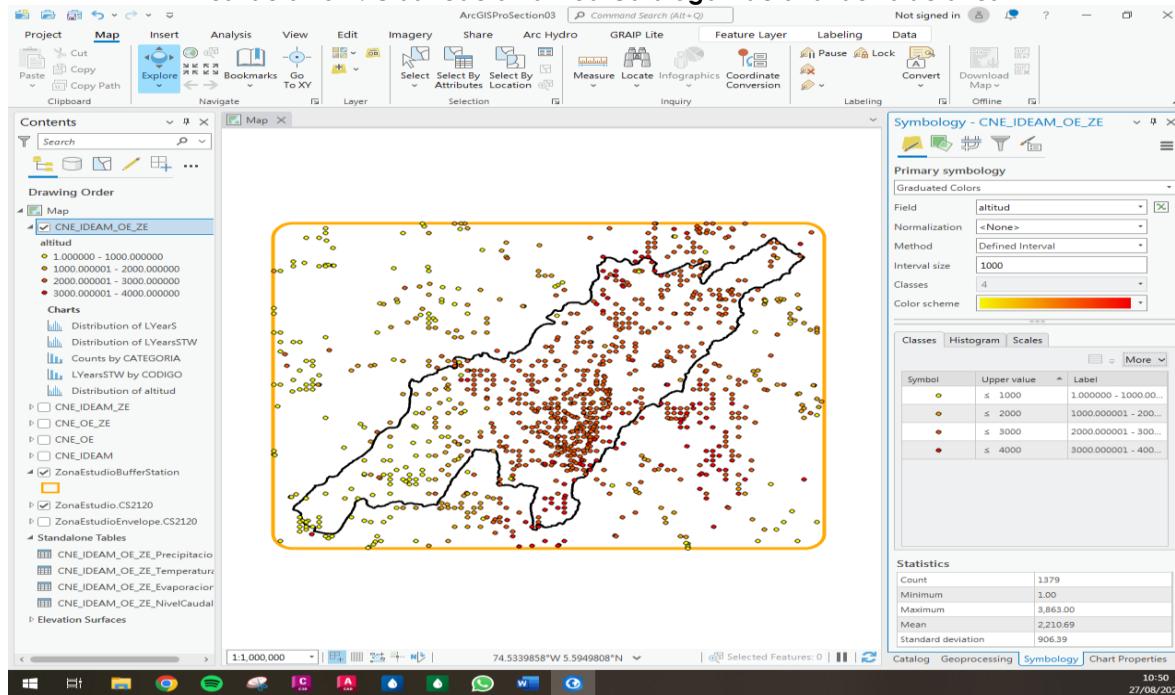
2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general en esta sección es obtener las cotas de las estaciones hidroclimatológicas del IDEAM y otras entidades identificadas en la actividad anterior para la zona de caso de estudio 2120 y analizar respecto al a información que presenta la entidad, así como analizar la densidad por área y su clasificación por piso térmico.

3. ACTIVIDAD 1: PROCESAMIENTO EN SOFTWARE

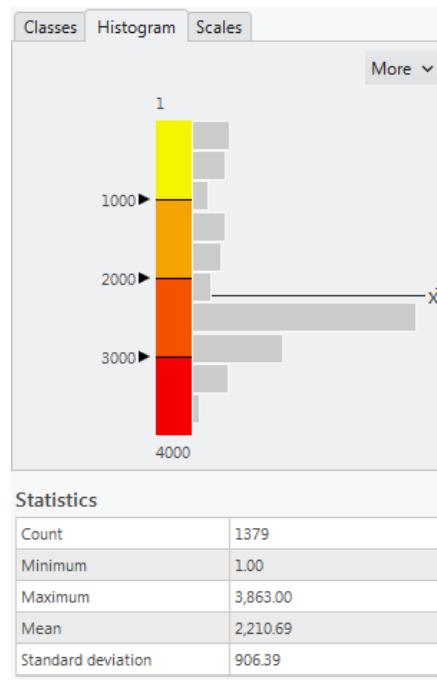
En primera medida se clasifican las estaciones en la zona aferente del caso de estudio definiendo intervalos de 1000 m, lo que proporciona 4 clases y se observa que la elevación media de las estaciones se encuentra en 2210 m.s.n.m. y una desviación estándar de 906 m, esto se puede asociar a terrenos ondulados y montañosos.

Ilustración 3-1. Clasificación altitud Catálogo Nacional de Estaciones



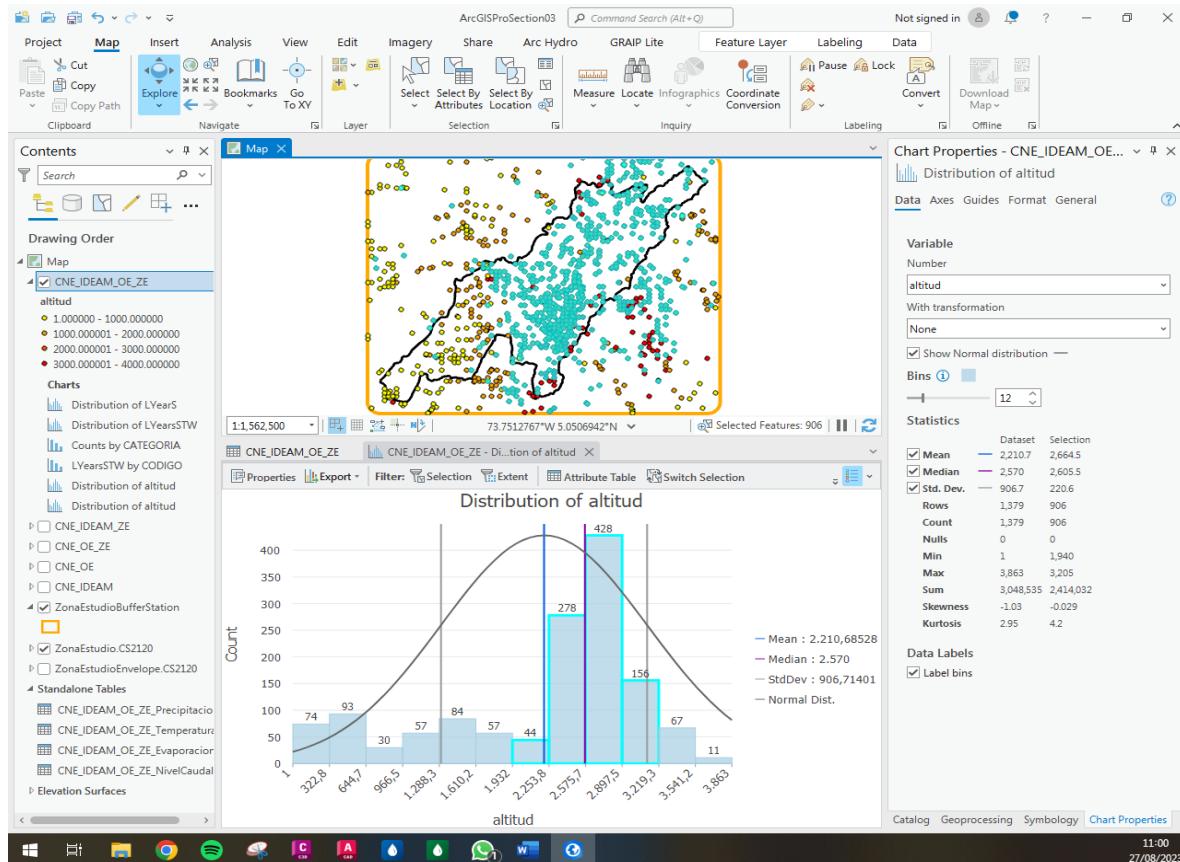
SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
 CC: 1032395475
 CS2021



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

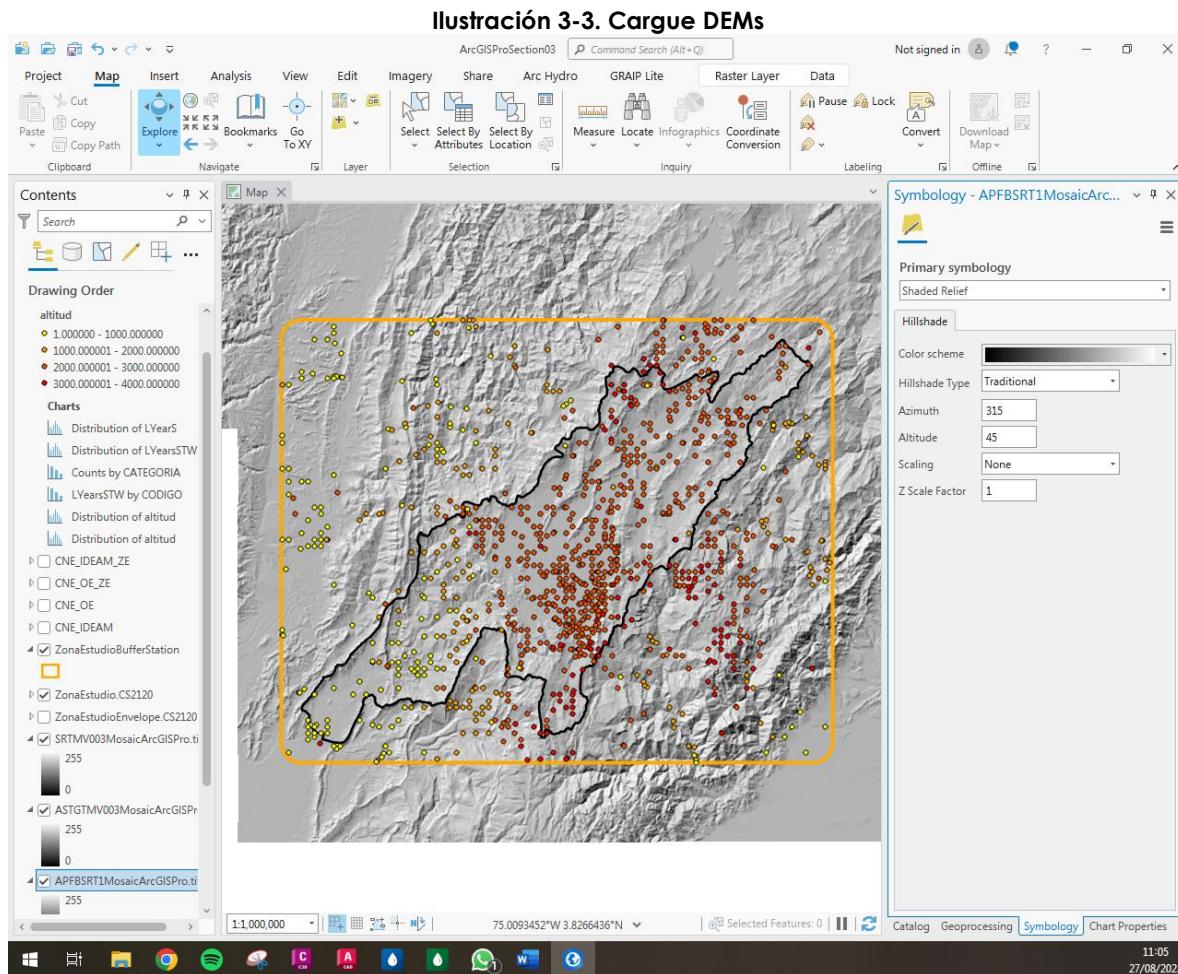
Ilustración 3-2. Estadística Elevaciones CNE



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

En la ilustración anterior se observa que la mayoría de las estaciones se encuentran entre los 2250 a los 3200 m.s.n.m. aproximadamente y que seleccionándolas en el mapa abarcan la cuenca alta y media del río Bogotá, pero aun así se cuenta con diferente gama de elevaciones en toda la zona de estudio.

Se realiza la carga de los mapas de elevación del DEM ASTER, SRTM y ALOS.

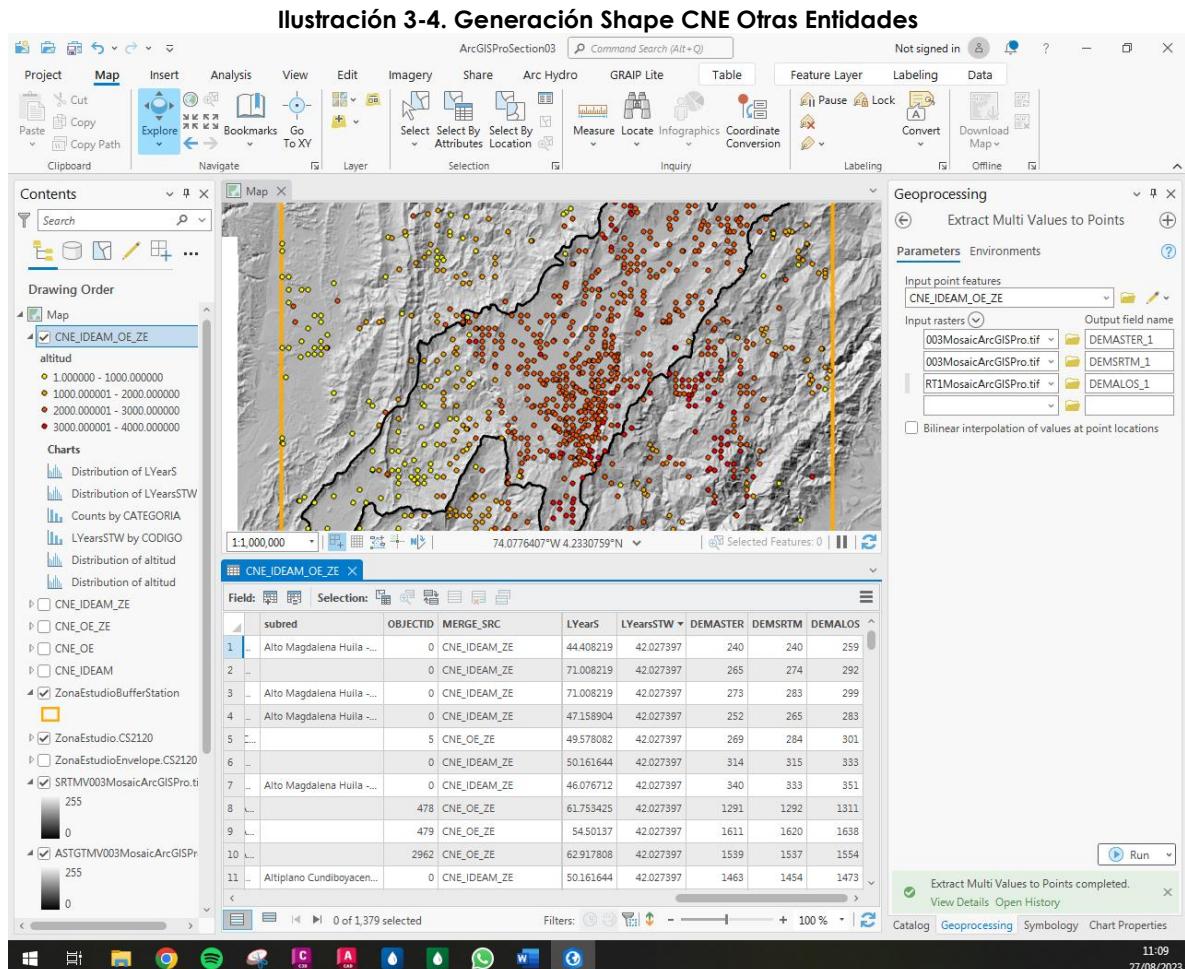


Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Posteriormente se realiza la definición de los valores de elevación de acuerdo con cada DEM.

SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
CC: 1032395475
CS2021



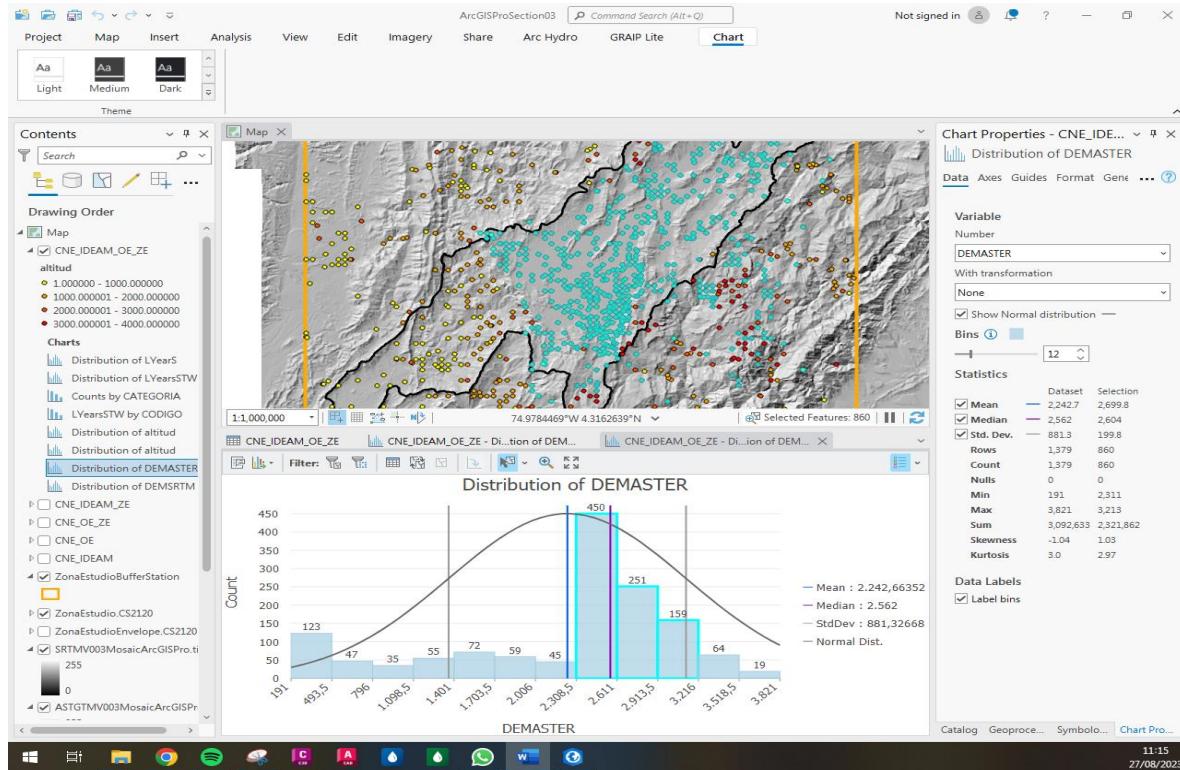
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Se realiza el análisis estadístico para cada DEM. En el caso del DEM ASTER se tiene un rango de 191 a 3821 m.s.n.m., desviación estándar se 881.3 y una media de 2242.7 m.s.n.m. donde predominan los valores entre 2.311 a 3213 m.s.n.m. donde se encuentran 860 estaciones.

SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
 CC: 1032395475
 CS2021

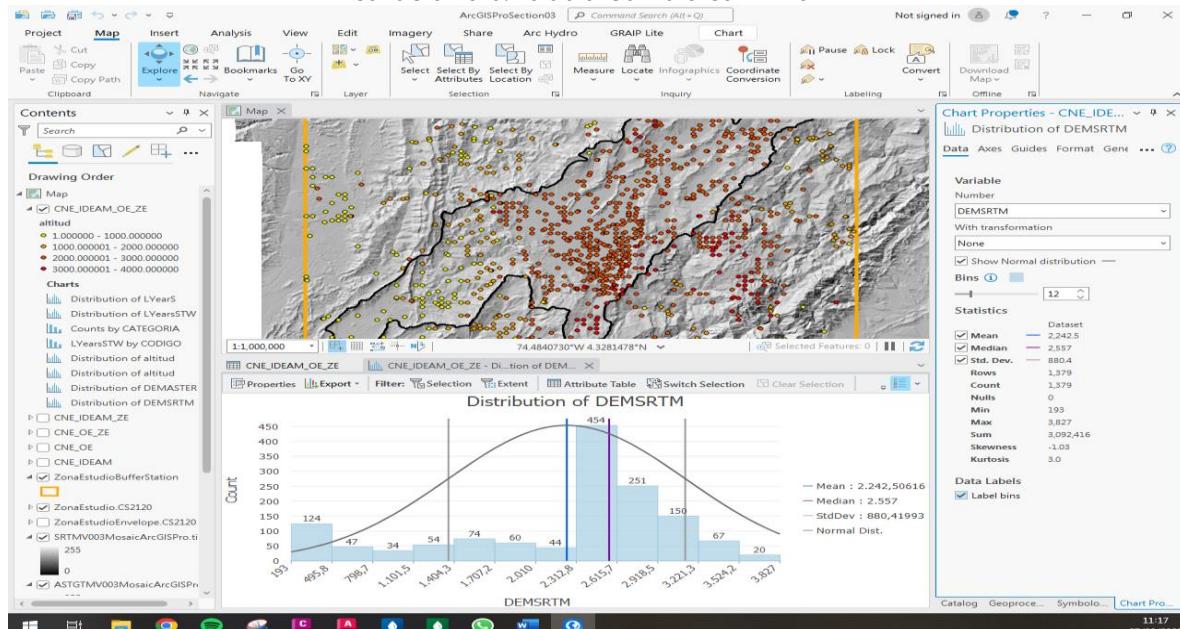
Ilustración 3-5. Estadística Valores DEM ASTER



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

En el caso del DEM SRTM se tiene un rango de 193 a 3827 m.s.n.m., desviación estándar se 880.4 y una media de 2242.5 m.s.n.m. donde predominan los valores entre 2316 a 3217 m.s.n.m. donde se encuentran 855 estaciones.

Ilustración 3-6. Estadística Valores DEM SRTM



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

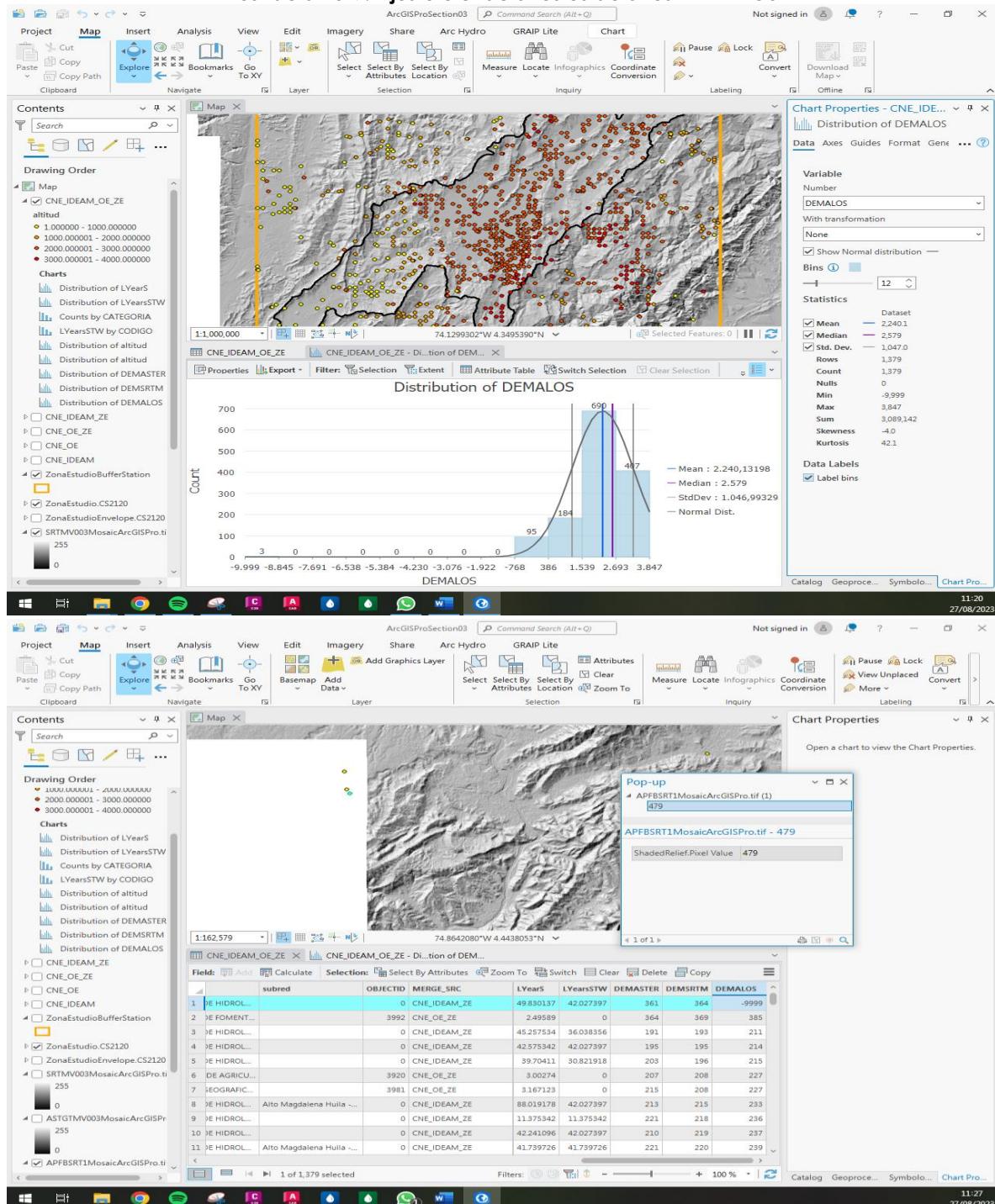
SECTION 02

DESCARGA Y PROCESAMIENTO DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
CC: 1032395475
CS2021

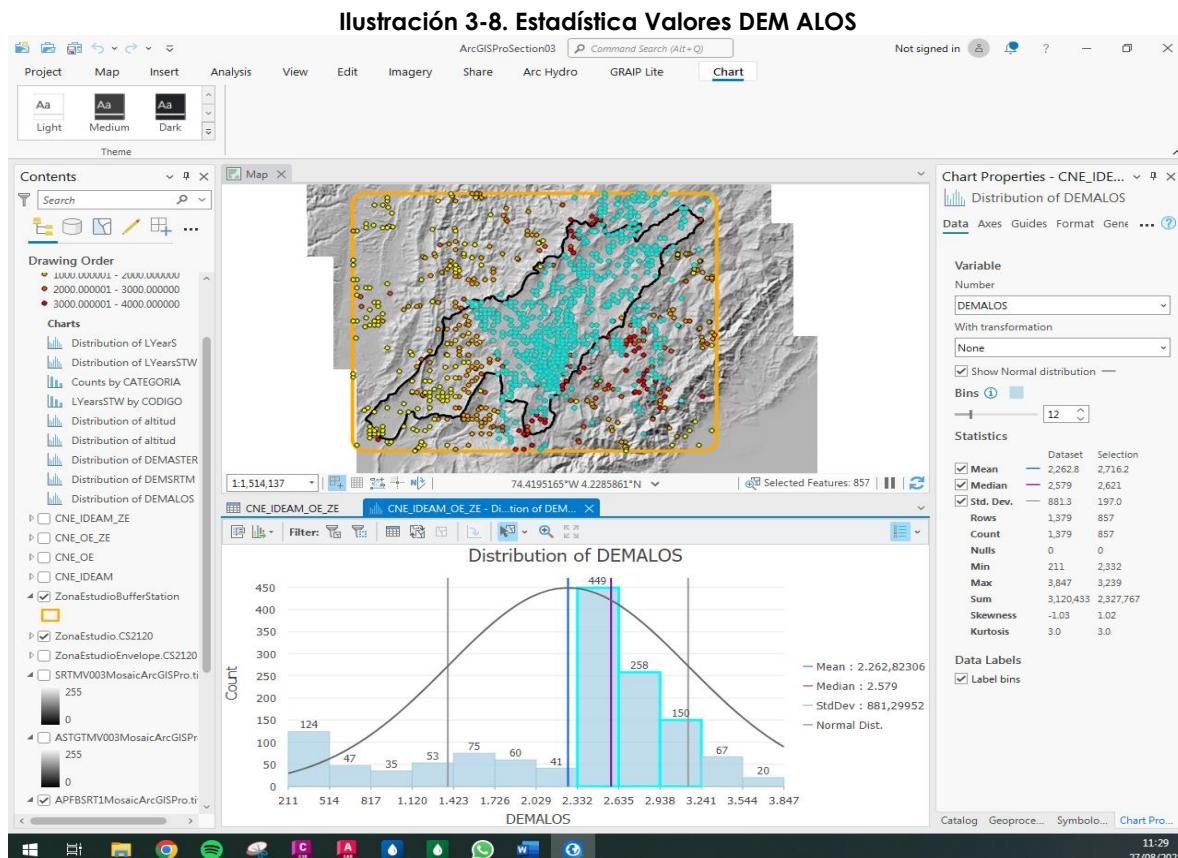
Se realiza el mismo ejercicio para el DEM ALOS pero se observa que 3 estaciones tienen valores negativos, que corresponde a que no fue posible asignar los valores de elevación con el DEM, por lo que debe realizarse el ajuste de forma manual con el valor de pixel mas cercano.

Ilustración 3-7. Ajuste elevaciones estaciones DEM ALOS



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

De acuerdo al ajuste, en el caso del DEM ALOS se tiene un rango de 211 a 3847 m.s.n.m., desviación estándar se 881.3 y una media de 2262.8 m.s.n.m. donde predominan los valores entre 2332 a 3239 m.s.n.m. donde se encuentran 857 estaciones.



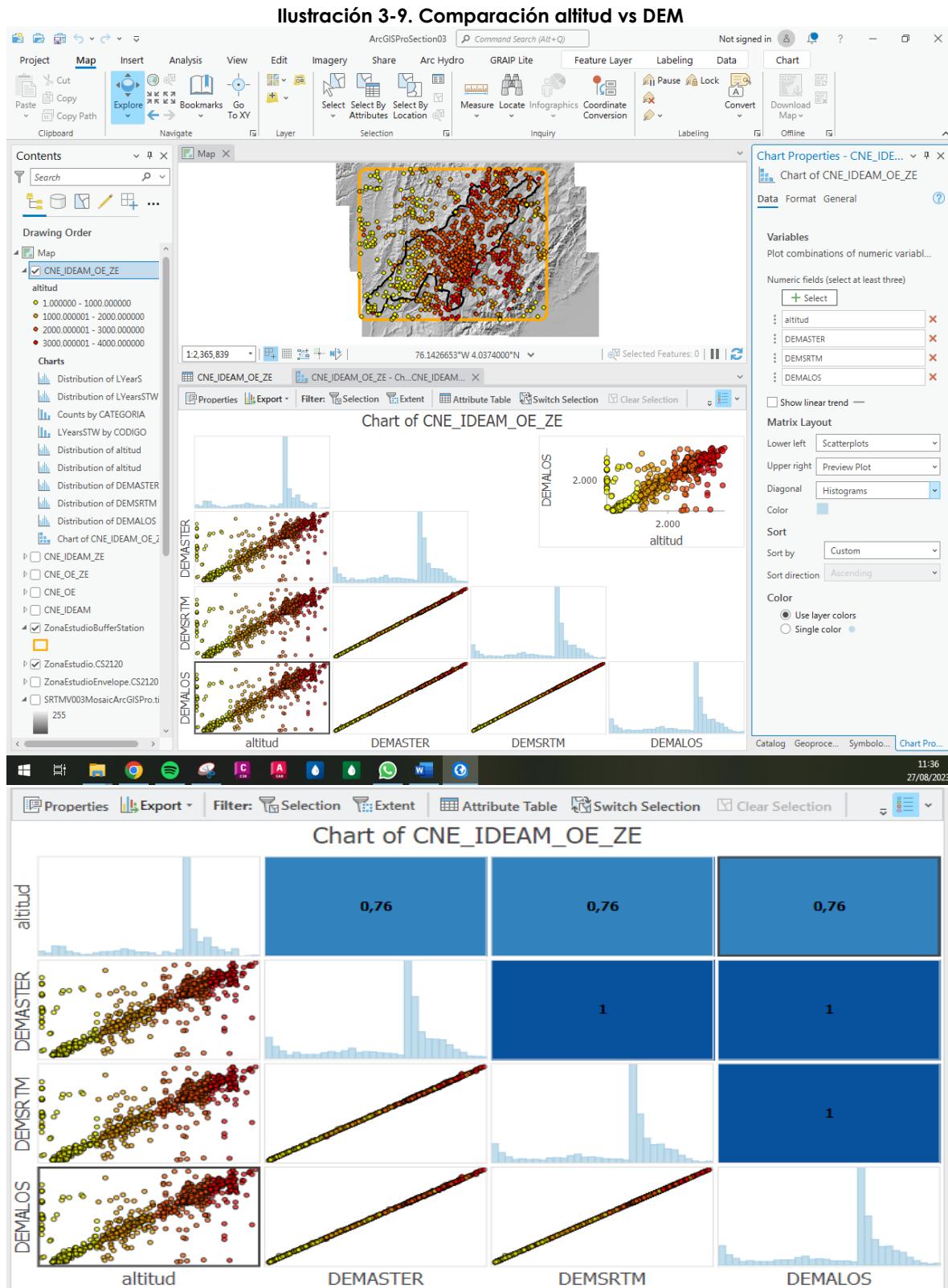
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

En la siguiente ilustración se presenta la comparación entre la altitud del IDEAM y cada uno de los DEMs, donde se observa que a pesar de que en la gran mayoría de casos existe una buena correlación, visualmente hay múltiples estaciones donde se encuentra una dispersión respecto al dato del IDEAM, esto tanto para el DEM ASTER, SRTM y ALOS.

Revisando el coeficiente de correlación se observa que entre las imágenes satelitales es 1 y entre estas y el IDEAM es de 0.76, mientras que para el coeficiente de correlación de Pearson es de 1 y 0.87 respectivamente.

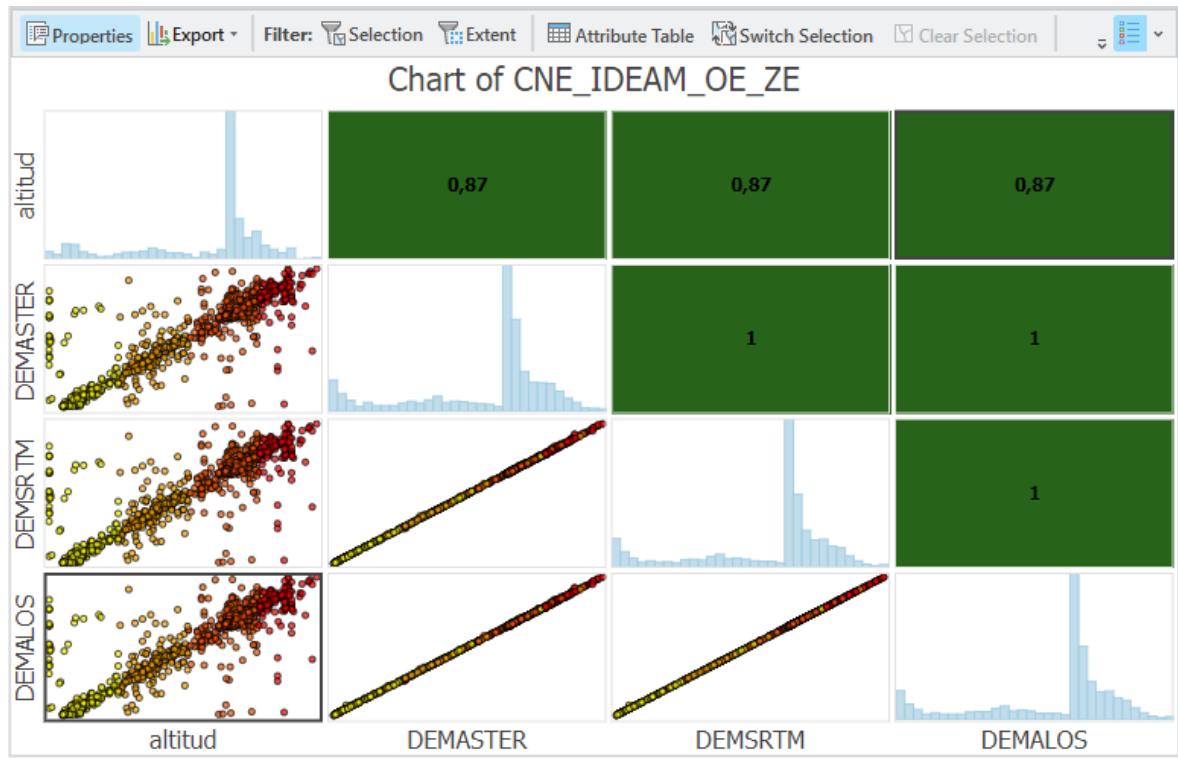
SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
CC: 1032395475
CS2021



SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

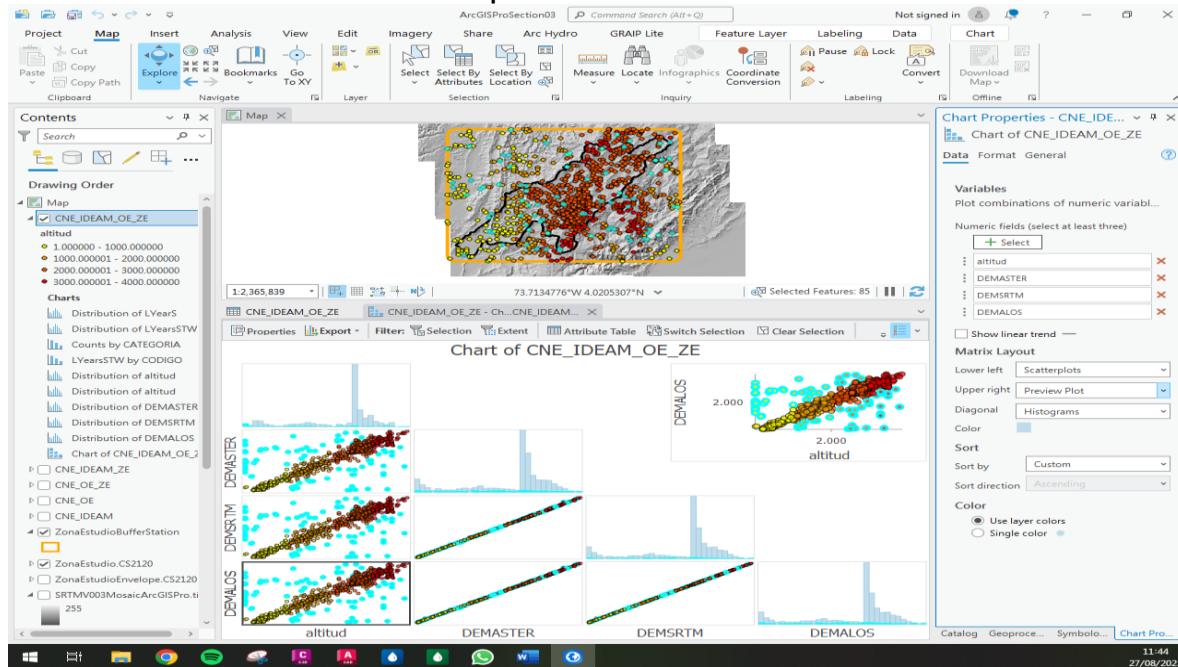
JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
 CC: 1032395475
 CS2021



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Posteriormente se seleccionan manualmente los valores atípicos según las regresiones tomando como referencia el DEM ALOS que es que tiene una mayor precisión, en la tabla de atributos comparando visualmente se observa unas diferencias enormes entre los valores de los DEM y el registro del IDEAM.

Ilustración 3-10. Exportación Estaciones Otras Entidades



SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

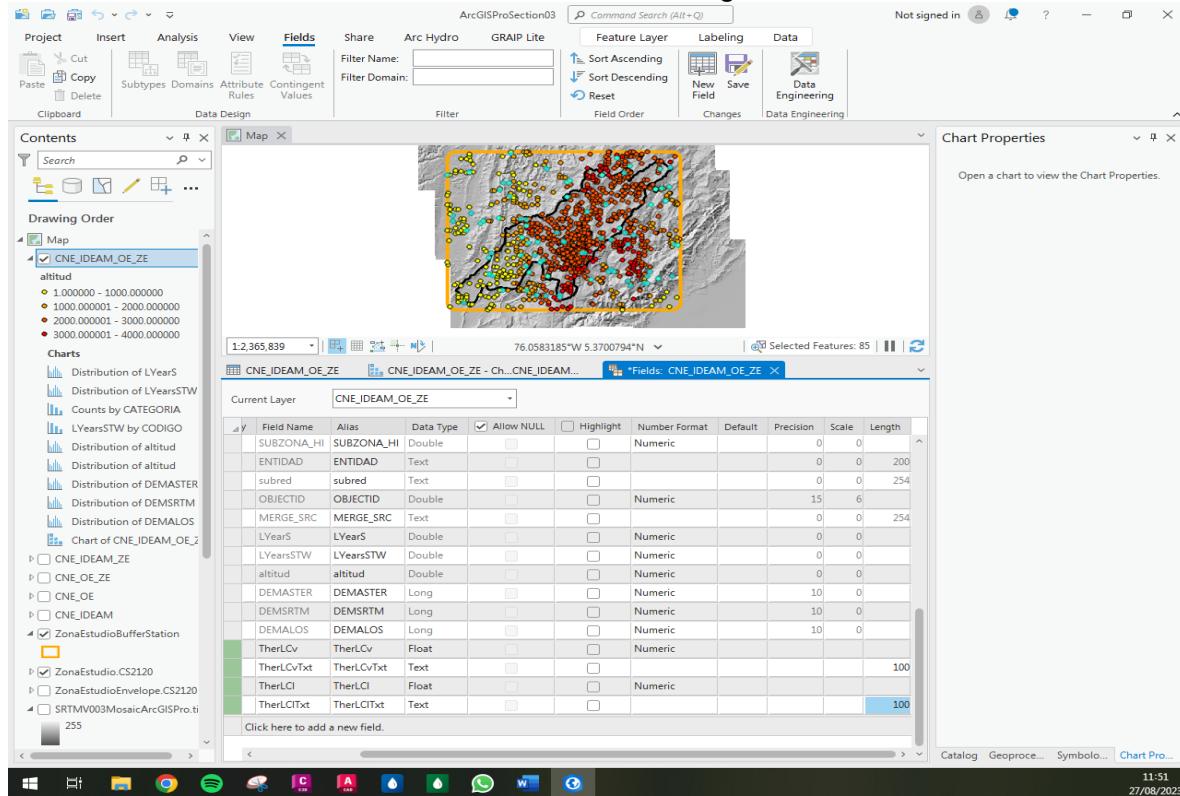
JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
 CC: 1032395475
 CS2021

CNE_IDEAM_OE_ZE X CNE_IDEAM_OE_ZE - Ch...CNE_IDEAM...									
Field:		Selection:		Highlighted:					
	nombre	OBJECTID	MERGE_SRC	LYearS	LYearsSTW	altitud	DEMASTER	DEMSRTM	DEMALOS
1	CAMBAO [21237050]		0 CNE_IDEAM_ZE	42.241096	42.027397	2449	210	219	237
2	IDEMA-HONDA [23010...		0 CNE_IDEAM_ZE	57.416438	42.027397	2508	228	229	247
3	LA ESMERALDA - AUT [...		0 CNE_IDEAM_ZE	35.235616	35.235616	2625	242	249	270
4	DOS AGUAS LAS [21170...		0 CNE_IDEAM_ZE	71.008219	42.027397	3394	265	274	292
5	SALTO EL [21255080]		0 CNE_IDEAM_ZE	53.161644	42.027397	1139	275	274	295
6	UVAL EL [21200530]	268	CNE_OE_ZE	2.663014	0	2925	285	286	306
7	SAN JUAN D RIOSECO [...	2341	CNE_OE_ZE	1.50411	0	1250	342	341	360
8	POLA LA [21208950]	1556	CNE_OE_ZE	34.983562	34.983562	1120	384	386	404
9	MESA LA [23010140]	1432	CNE_OE_ZE	30.980822	30.980822	1200	456	457	477
10	EL PORTILLO - AUT [21...	1459	CNE_OE_ZE	0	0	2552	448	454	482
11	SAN JUAN [21230080]	2347	CNE_OE_ZE	39.986301	39.986301	1300	654	659	676
12	COL RICAURTE [211950...	486	CNE_OE_ZE	11.841096	0	1550	738	751	769
13	CAMARA DE VALVULAS...	2207	CNE_OE_ZE	58.586301	42.027397	1620	758	764	782
14	QUEBRADA NEGRA - A...	1220	CNE_OE_ZE	0	0	1498	835	831	850
15	SAN ISIDRO [21140040]		0 CNE_IDEAM_ZE	0.082192	0.082192	1960	930	973	993
16	DARIAZO EL [23067001]		0 CNE_IDEAM_ZE	10.676712	14.278082	150	1044	1036	1052

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Ahora se crean los campos para realizar la definición según los pisos térmicos de la metodología de Caldas.

Ilustración 3-11. Generación Categoría Caldas



SECTION 02

DESCARGA Y PROCESAMIENTO DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
CC: 1032395475
CS2021

Calculate Field

This tool modifies the Input Table

Input Table: CNE_IDEAM_OE_ZE

Field Name (Existing or New): TherLCv

Expression Type: Python 3

Expression:

```
TherLCv =
thermal_level_1_f(DEMALOS)[0]
```

Code Block:

```
[4000, 'Páramo, 0°C, <= 4000 meters'],
[9999, 'Glacial, 0°C, > 4000 meters']] # Elevation value in meters
thermal_level_ref_caldas = [[800, 'Cálido, >24°C, <=800meter'],
[1800, 'Templado, 24°C>18°C, <=1800meter'],
[2800, 'Frio, 18°C>12°C, <=2800meter'],
[3700, 'Muy Frio, 12°C>6°C, <=3700meter'],
[4700, 'Extremadamente Frio, 6°C>0°C, <=4700meter'],
[9999, 'Nival, 0°C, >4700meter']] # Elevation value in meters

# Thermal level system
if thermal_level_ref_caldas == False:
    thermal_level_ref = thermal_level_ref_caldas
else:
    thermal_level_ref = thermal_level_ref_conv
```

Contents:

- CNE_IDEAM_OE_ZE (selected)
- altitud
- Chart of CNE_IDEAM_OE_ZE
- CNE_IDEAM_ZE
- CNE_OE_ZE
- CNE_OE
- CNE_IDEAM
- ZonaEstudioBufferStation
- ZonaEstudio.CS2120
- ZonaEstudioEnvelope.CS2120
- SRTMV003MosaicArcGISPro.tif
- 255

Map:

1.365.839 76.1988965°W 4.1554855°N | Selected Features: 0

Table:

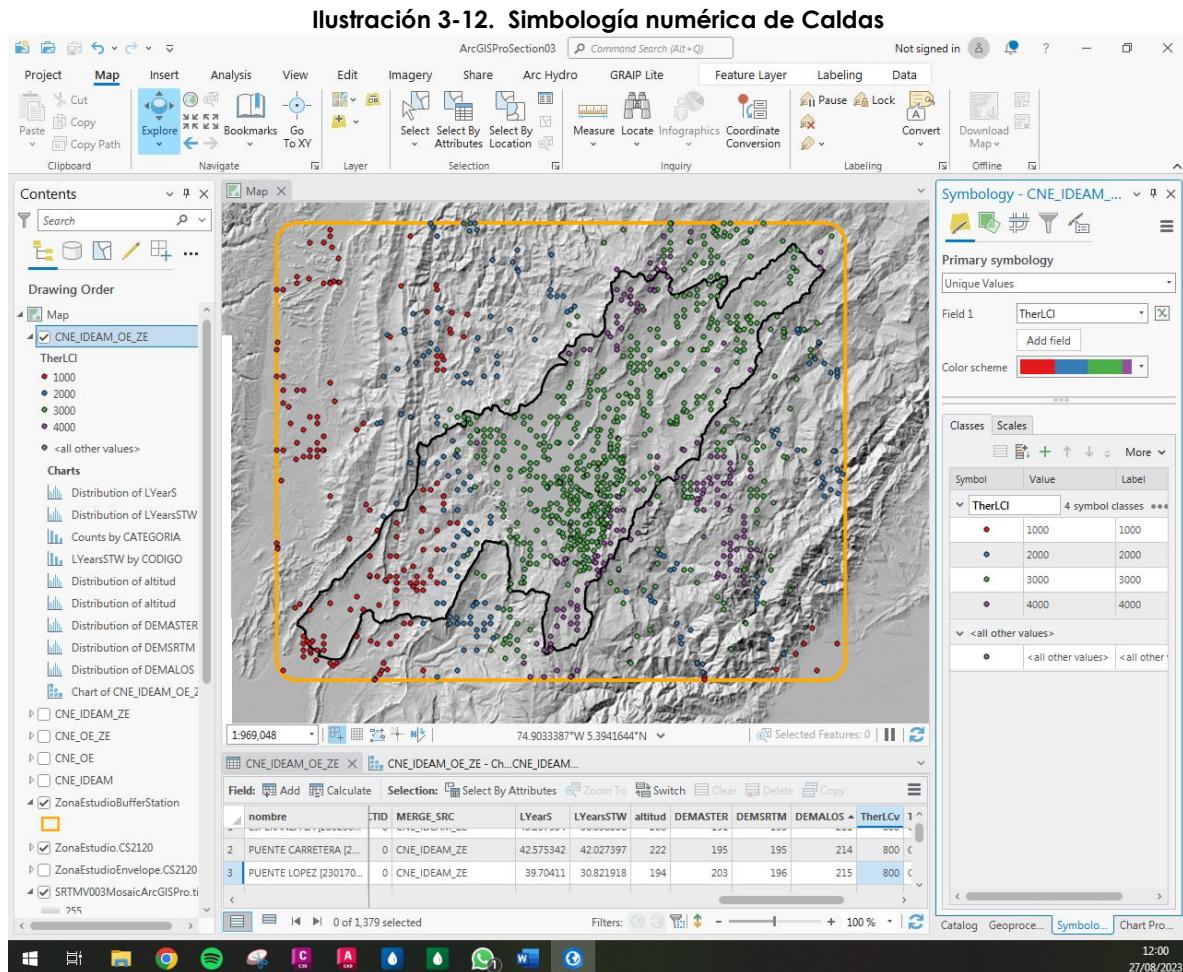
nombre	ASTER	DEM5RTM	DEMALOS	TherLCv	TherLCvTxt	TherCl	TherCtxt
1 ESPERANZA LA [230250...	191	193	211	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
2 PUENTE CARRETERA [2...	195	195	214	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
3 PUENTE LOPEZ [230170...	203	196	215	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
4 DORMILÓN EL HDA [21...	207	208	227	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
5 NUTIBARA HDA [23040...	215	208	227	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
6 ARRANCAPLUMAS - AU...	213	215	233	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
7 PUENTE VARIANTE [230...	221	218	236	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
8 CAMBAO [21237050]	210	219	237	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
9 ARRANCAPLUMAS [212...	221	220	239	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
10 ING PAJONALES [21255...	230	225	244	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
11 ALSACIA [21250610]	232	225	245	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
12 IDEMA-HONDA [23010...	228	229	247	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
13 IDEMA [21250310]	228	231	250	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
14 BOCATOMA C CENTRAL...	228	231	250	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
15 DESMOTADORA-IDEMA...	228	231	250	800	Cálido, T>=24°C, <=800meter	1000	Cálido, 24°C+, <= 1000 meters
16 ECEDANTIA IX [23179...	250	251	260	800	Páramo, T>=5°C, <=800meter	1000	Páramo, 5°C+, <= 1000 meters

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
 CC: 1032395475
 CS2021

Se realiza la visualización de la categorización realizada por la metodología de Caldas.



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

La cantidad de estaciones según la categorización se presenta en la siguiente ilustración para el método de Caldas.

Ilustración 3-13. Cantidad de estaciones según categorización Caldas

Symbol	Value	Label	Count
TherLCI 4 symbol classes ***			
●	1000	1000	191
●	2000	2000	196
●	3000	3000	791
●	4000	4000	201

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
 CC: 1032395475
 CS2021

La cantidad de estaciones según la categorización se presenta en la siguiente ilustración para el método convencional.

Ilustración 3-14. Cantidad de estaciones según categorización convencional

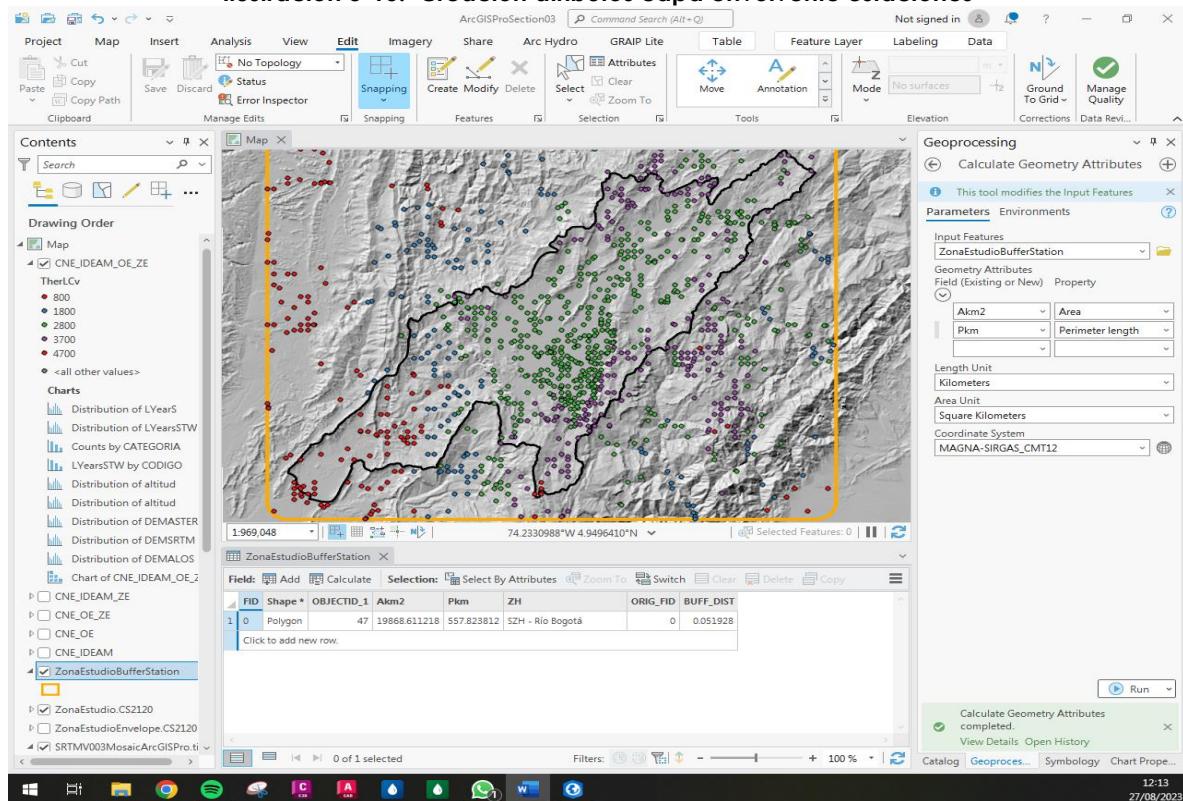
Symbol	Value	Label	Count
TherLCv 5 symbol classes ***			
●	800	800	170
●	1800	1800	178
●	2800	2800	711
●	3700	3700	310
●	4700	4700	10

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Como se observa en los resultados anteriores, la mayoría de las estaciones se encuentra en piso térmico frío seguida de muy frío o páramo.

Para conocer el radio de cobertura y densidad promedio de estaciones, en primera medida se calcula las características de la envolvente de la zona de estudio para las estaciones cuya para es 19868 km² además se crean los campos requeridos para los cálculos.

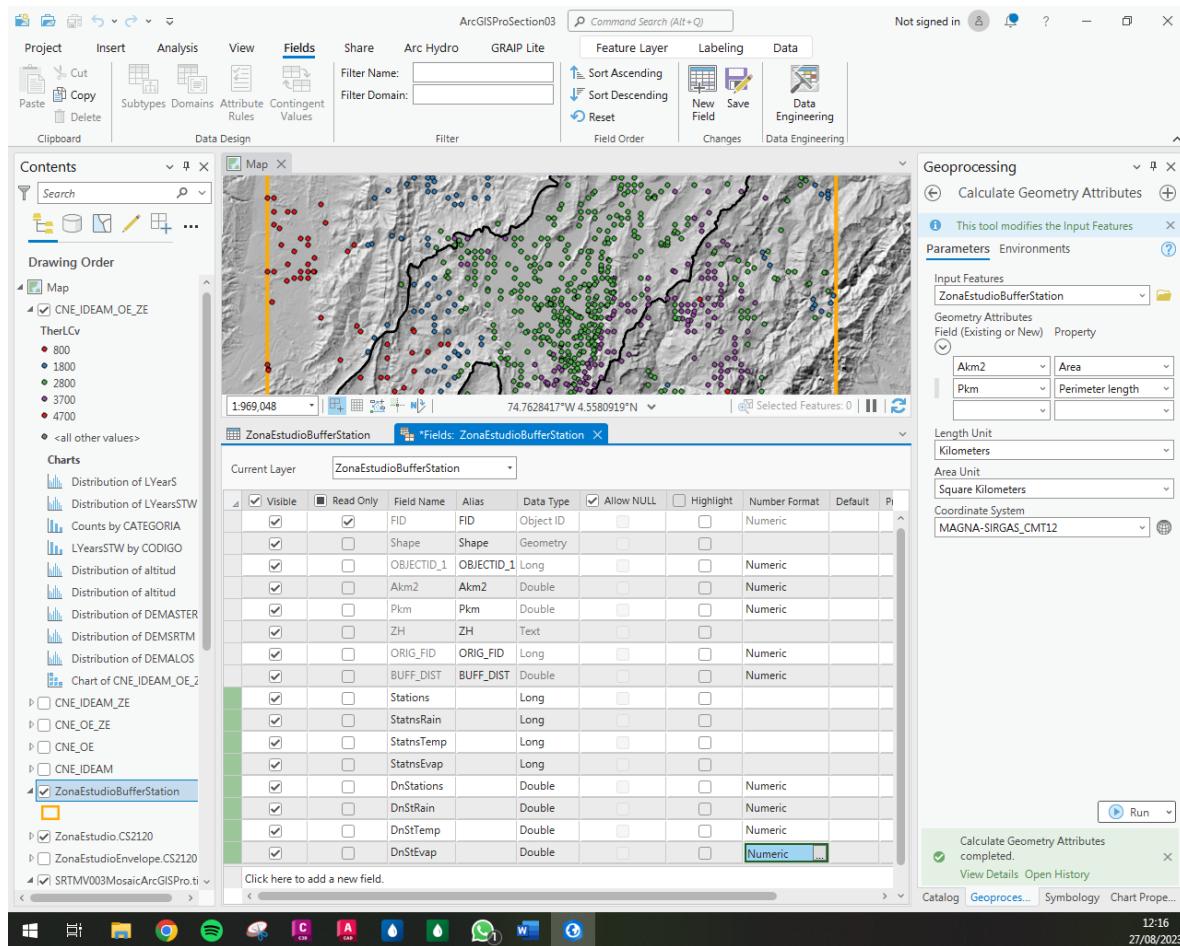
Ilustración 3-15. Creación atributos capa envolvente estaciones



SECTION 02

DESCARGA Y PROCESAMIENTO DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
CC: 1032395475
CS2021



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

De la actividad previa CNEstation, se toma la cantidad de estaciones identificadas para precipitación (477), temperatura (187) y evaporación (185) del total de 1379 que se encuentran en la zona de estudio que pertenecen tanto al IDEM como a otras entidades.

Ilustración 3-16. Asignación cantidad de estaciones por parámetro

CNE_IDEAM_OE_ZE															
ZonaEstudioBufferStation															
Field: Add Calculate Selection: Select By Attributes Zoom To Switch Clear Delete Copy															
FID	Shape *	OBJECTID_1	Akm2	Pkm	ZH	ORIG_FID	BUFF_DIST	Stations	StatnsRain	StatnsTemp	StatnsEvap	DnStations	DnStRain	DnSTemp	DnStEvap
1	0	Polygon	47	19868.611218	557.823812	SZH - Río Bogotá	0	0.051928	1379	477	187	185	0	0	0

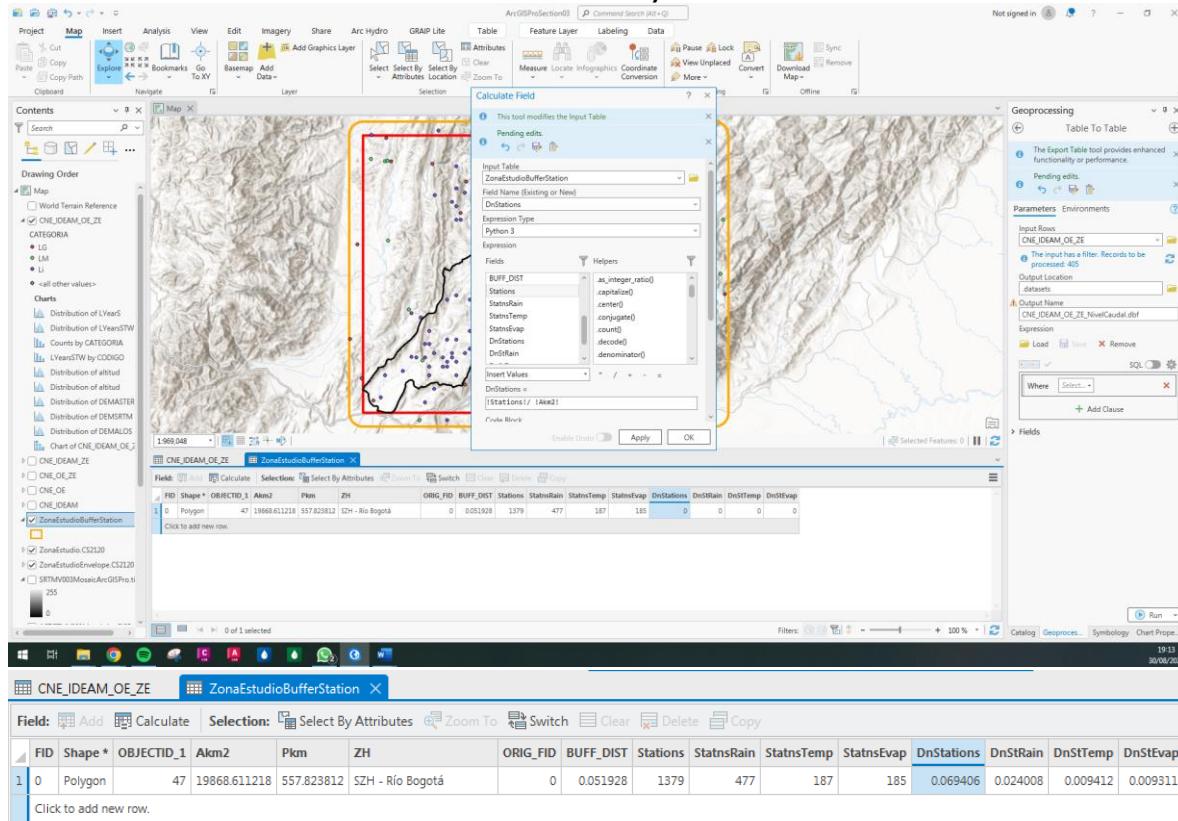
Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Se realiza el cálculo para cada campo creado, a manera de ejemplo se muestra a continuación para el primer atributo y el resultado de todos.

SECTION 02
DESCARGA Y PROCESAMIENTO
DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN

JORGE LUIS GONZÁLEZ CASTRO
 CC: 1032395475
 CS2021

Ilustración 3-17. Cálculo densidad y cobertura de estaciones



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Como se observa a continuación, de acuerdo con los criterios de la Organización Meteorológica Mundial, para todos los parámetros se encuentra por debajo del valor recomendado del radio de acción.

Ilustración 3-18. Resultados cobertura y radio de acción

Atributo	D (Estn/km2)	Cobertura (km2/Estn)	Radio de acción (km)
DnStations	0.069405958	14.41	2.14
DnStRain	0.024007717	41.65	3.64
DnStTemp	0.00941183	106.25	5.82
DnStEvap	0.009311169	107.40	5.85

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

4. ACTIVIDAD 2: COMPARACIÓN ZONA DE ESTUDIO

Se realiza el cálculo de la densidad de estaciones, cobertura y radio de acción. En la siguiente tabla se observa que para la zona de estudio disminuye la cobertura de las estaciones y también disminuye su radio de acción respecto a los resultados para la envolvente de la actividad anterior, esto significa que la zona de estudio está más densificada en cuanto a estaciones que la envolvente pero sigue sin cumplir las recomendaciones de la OMM.

Tabla 4-1. Comparación Densidad Estaciones Zona Estudio

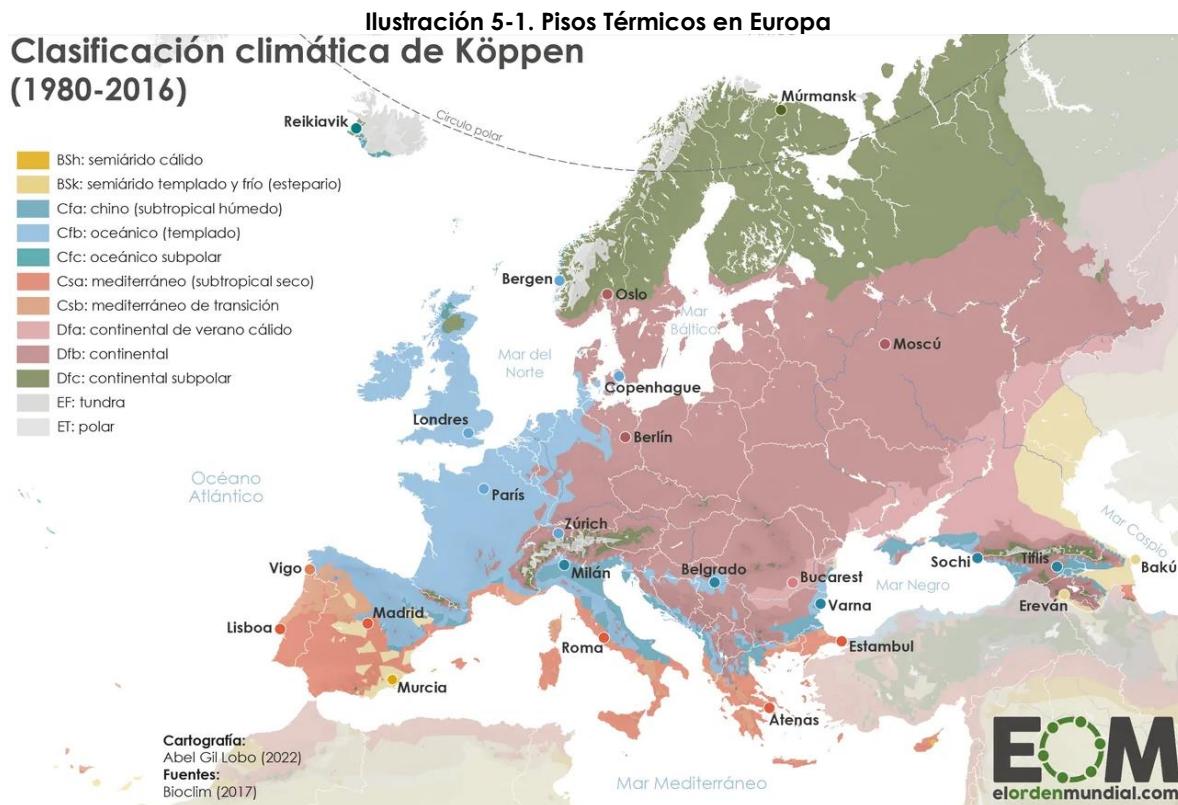
Atributo	Área (km2)	Estaciones	D (Estn/km2)	Cobertura (km2/Estn)	Radio de acción (km)
DnStations	5925.8913	821	0.13854456	7.22	1.52
DnStRain	5925.8913	259	0.043706506	22.88	2.70
DnStTemp	5925.8913	130	0.021937628	45.58	3.81
DnStEvap	5925.8913	128	0.021600126	46.30	3.84

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

5. ACTIVIDAD 3: OTRAS REFERENCIAS DE CLASIFICACIÓN

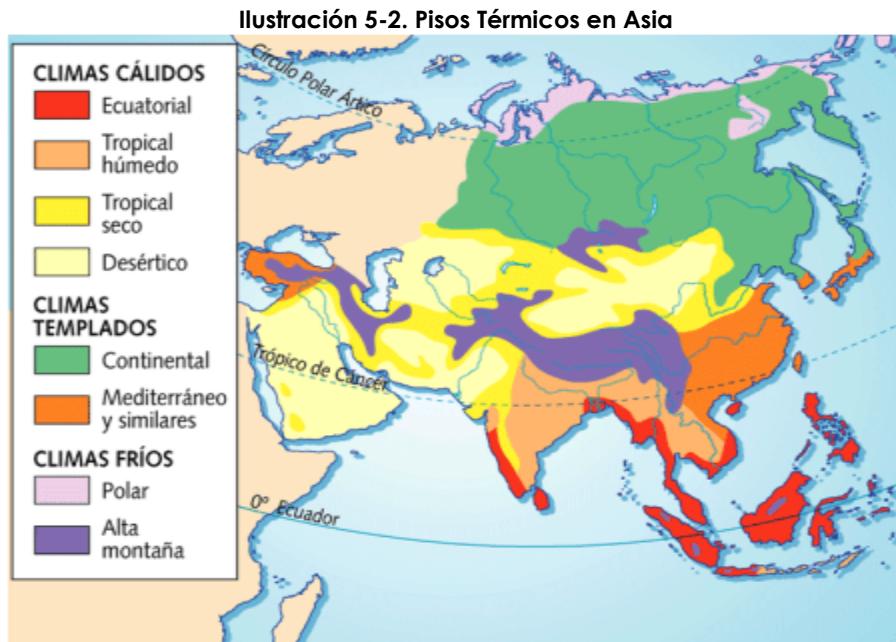
Otras referencias encontradas de clasificación de pisos térmicos son:

- Costa Rica: Piso cálido (macro térmico) 500 – 1000 m.s.n.m. 27 °C, piso subtropical (intermedio) 800 – 1500 m.s.n.m. 18 – 22 °C, piso templado (mesotérmico) 1100 – 2300 m.s.n.m. 14 – 22 °C, piso frío (micro térmico) 3300 – 3650 m.s.n.m. 14 – 6 °C, páramo 3000 – 4700 m.s.n.m. 0 – 10 °C, glacial mayor a 4500 m.s.n.m.
- Europa:



Fuente: <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/mapa-climas-europa-koppen/>

- Asia:

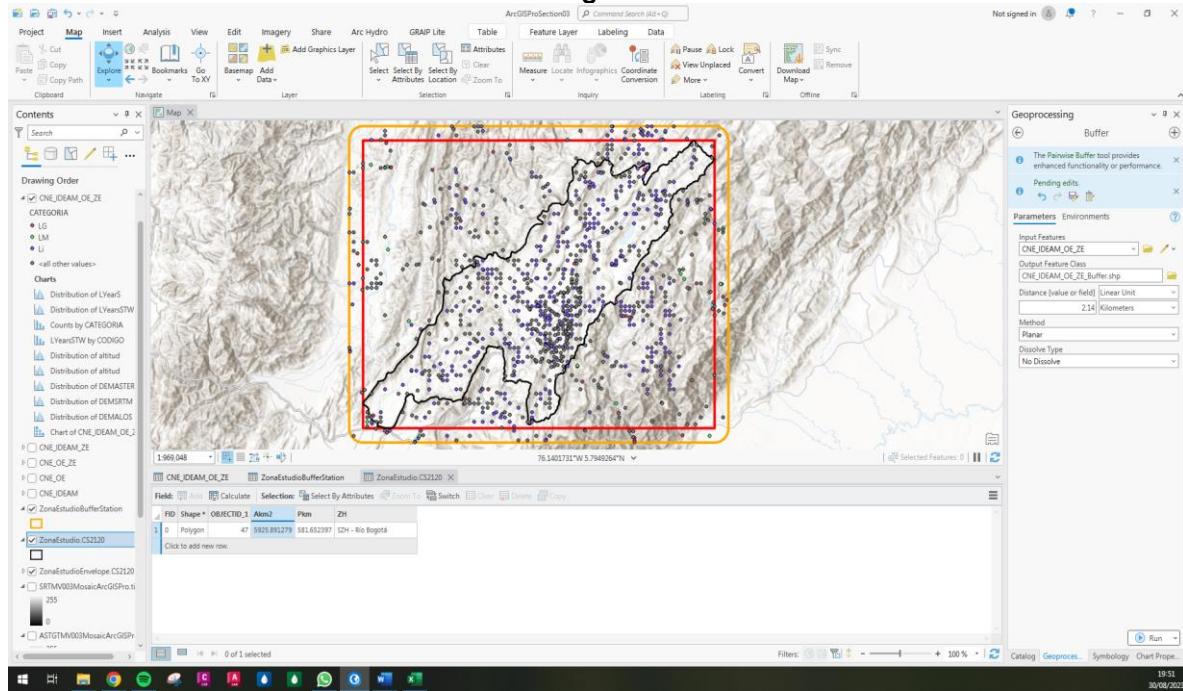


Fuente: <https://catedrauno.com/climas-de-asia-3966/>

6. ACTIVIDAD 6: ANÁLISIS DE COBERTURA

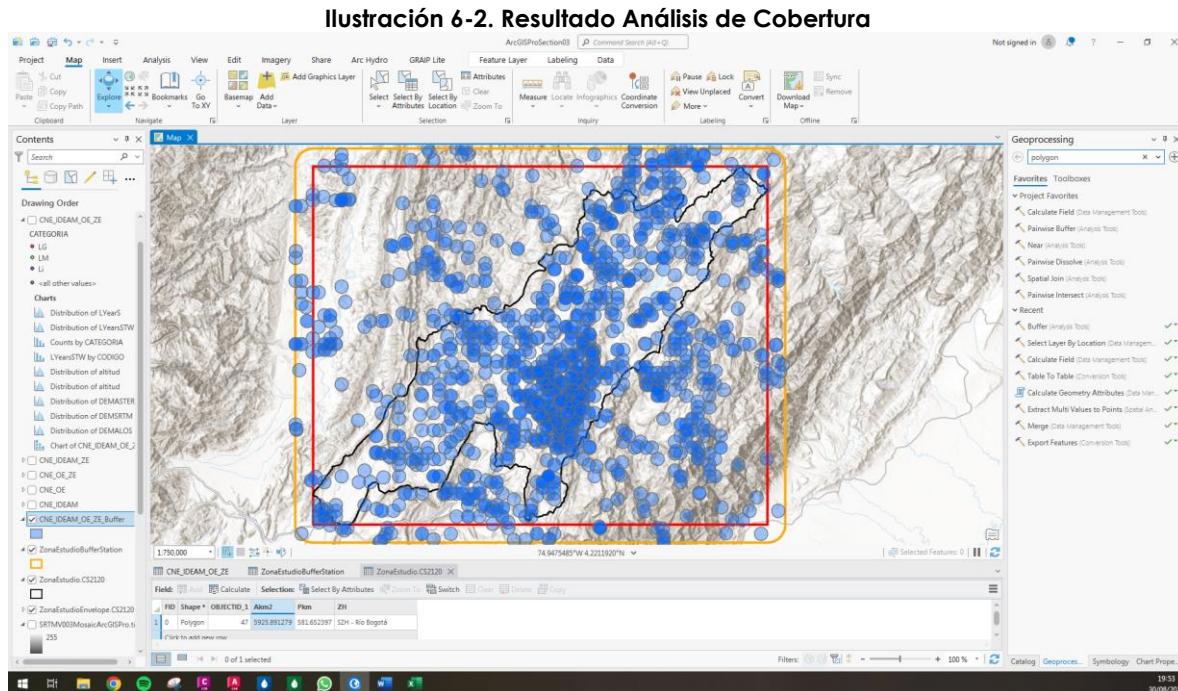
Se realiza la creación de un buffer de la capa de estaciones con el radio de cobertura promedio de 2.14 km para conocer las zonas donde se tiene baja presencia del monitoreo.

Ilustración 6-1. Creación Polígonos de Cobertura Estaciones



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

Se observa en la siguiente gráfica que la zona noroccidental y occidental del caso de estudio es la que menos cuenta con estaciones de monitoreo, mientras que la zona central es la que mas cobertura abarca.



Fuente: Elaboración Propia, 2023.

7. CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis de la relación entre la altitud y las estaciones.
- Se realizó la asignación de elevaciones a las estaciones en la zona de estudio a partir de los DEM descargados previamente en otras actividades.
- Se calculó la densidad de estaciones, cobertura y radio de acción de las estaciones de la zona de estudio, donde se observó que no se cumple con lo recomendado por la OMM.
- Se investigó la definición de pisos térmicos en otros sitios del mundo.
- Se realizó la graficación de cobertura de las estaciones en la zona de estudio para identificar cual es el área con menos presencia de estaciones.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RCFDTOLLS, 2023. Balance hidrológico de largo plazo para estimación de caudales medios usando SIG. Contenido del curso: <https://github.com/rcfdtools/R.LTWB/tree/main/Section03/CNEStationElevation>