

**HOMOGENIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MENSUAL DURANTE LA ÉPOCA SECA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR TERRITORIAL Y REGIÓN INSULAR DEL ECUADOR USANDO LA BASE DE DATOS UKMO**

**QUALITY CONTROL, HOMOGENIZATION AND TREND MAPS OF THE SURFACE TEMPERATURE OF THE TERRITORIAL SEA AND INSULAR REGION OF ECUADOR USING THE UKMO DATA BASE**

María Belén Del Salto Díaz<sup>1</sup>, Jaime Ernesto Fuentes Marín<sup>1</sup>, Jesús Humberto Del Salto Díaz<sup>2</sup>

Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador<sup>1</sup>, Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil<sup>2</sup>.  
mariabelen.delsalto@inocar.mil.ec, jaime.fuentes@inocar.mil.ec, jesusdsd@gmail.com

**RESUMEN**

*En el presente artículo se muestra la metodología para tratar los datos satelitales de la variable Temperatura Superficial del Mar (TSM) UKMO, con la finalidad de permitir a los técnicos especializados generar correctamente tanto mapas de información geoespacial como cartas de tendencia de TSM Territorial y Región Insular del Ecuador, las que permitirán realizar un análisis minucioso del comportamiento de esta variable a lo largo del periodo comprendido entre los meses de junio a noviembre, información correspondiente a la época climática seca del periodo 2007-2016, en el dominio local delimitado (2N-5S, 76W-93W).*

*Los datos satelitales de alta resolución (6km), provistos por el Servicio Meteorológico del Reino Unido son publicados a través un repositorio abierto con el fin de usarlos en todo tipo de investigaciones a nivel global que puedan ser reproducidos a cualquier escala espacio-temporal. Está relacionado con diversas áreas de estudio a nivel nacional debido a la gran influencia que tiene la temperatura superficial del mar en los procesos de acoplamiento océano-atmosférico, así como su evolución temporal y espacial de acuerdo con la estacionalidad de la región.*

*El tratamiento de la información es fundamental por lo que la homogeneidad de los datos y los ajustes de series temporales son necesarios para visualizar las variaciones presentadas debido a errores en la estimación de los datos satelitales, extraída del repositorio de la red de acceso abierto. Luego de un control de calidad de los datos en el dominio local delimitado, la generación de productos derivados como mapas interpolados y cartas de tendencias muestran el comportamiento promedio decadal de la temperatura superficial del mar en la zona Ecuatorial, este procedimiento aporta a cualquier tipo de desarrollo para diferentes análisis.*

**Palabras Claves:** Control de Calidad, Homogeneización, UKMO, Temperatura Superficial del Mar, Cartas de Tendencia.

### **ABSTRACT**

*The present article shows the methodology to treat the satellite data of the variable TSM (UKMO), with the purpose of allowing the specialized technicians to correctly generate both geospatial information maps and trend charts of Surface Temperature of the Territorial Sea and Insular Region. from Ecuador, which will allow a detailed analysis of the behavior of the SST variable throughout the period from June to November, information corresponding to the dry climate season of 2007-2016, in the delimited local domain (2N -5S, 76W-93W).*

*The high resolution satellite data (6km), provided by the United Kingdom Meteorological Service, is placed in an open repository in order to use it for studies of various types globally. It is related to various research areas in the country due to the great influence that the sea surface temperature has on the processes of ocean-atmospheric coupling, as well as its temporal and spatial evolution according to the seasonality of the region.*

*The treatment of the information is fundamental, so the homogeneity of the data and the adjustments of time series are necessary to visualize the presented variations due to errors in the satellite data estimation, extracted from the repository of the open access network. After a quality control of the data in the delimited local domain, the generation of derived products as interpolated maps and trend charts show the average decadal behavior of the sea surface temperature in the Equatorial zone, this procedure contributes to any type of development for different analyzes.*

**Keywords:** *Quality Control, Homogenization, UKMO, Sea Surface Temperature, Trend Maps.*

## INTRODUCCIÓN

La medición de la variable de TSM es de vital importancia, debido a que a partir de la misma se puede generar distintos productos como mapas, graficas de tendencias, pronósticos y sus análisis respectivos, etc., para conocer diversos cambios que han surgido a lo largo de los años, pero en especial para ver si las temperaturas se han incrementado o si han disminuido.

A mediados del 2006 la Oficina Meteorológica del Reino Unido empezó a recopilar datos satelitales de alta resolución (6km), principalmente las variables de TSM y hielo marítimo, los mismos que han sido usados de manera recurrente para la elaboración de estudios sobre variabilidad climática, relacionadas con los impactos ambientales a nivel mundial debido a la gran influencia que tiene la temperatura superficial del mar en los procesos de acoplamiento océano atmosféricos.

Este trabajo nace a partir de la imperativa necesidad de visualizar el comportamiento de la TSM (Temperatura Superficial del Mar) en el mar territorial y en la región insular delimitando con un corte el área de estudio ya que la información brindada por UKMO (United Kingdom Met Office) es publicada a través de repositorios a nivel global.

Una vez generado el dominio correspondiente al área de estudio, se puede dar inicio al proceso de homogeneización con la finalidad de garantizar y determinar que la información obtenida es una fiel representación del comportamiento de la TSM asociadas al sistema climático de un área

geográficamente delimitada, por este motivo es de vital importancia que haya un control de calidad sobre los datos debido que aquí se verifica “la calidad de lo producido” (Boland, Carro, Stancatti, Gismano, & Banchieri, 2007), con el fin de identificar y eliminar o reducir los errores producidos en las distintas etapas del tratamiento de la información.

En caso de notar inhomogeneidades es necesario tomar medidas correctivas, a través de la aplicación de alguno de los diferentes métodos que existen para detectar y ajustarlas en una serie de tiempo climática (Peterson et al, 1998).

Se define a una serie de tiempo como homogénea si las variaciones son causadas por el tiempo y el clima (Guenni, Degyze, Alavarado, 20018). Sin embargo, en la práctica es muy difícil encontrar estaciones que sean homogéneas, y en su lugar los investigadores se enfocan en la homogeneidad relativa.

La mayoría de los métodos empleados para homogeneizar una serie de tiempo climática se basan en la homogeneidad relativa, que es, comparando la estación de interés, llamada estación candidato con otras estaciones cercanas (denominadas estaciones patrón) a través de sus diferencias y además de sus razones entre la estación candidato y las estaciones patrón.

El problema de la homogeneidad relativa radica en la complejidad para determinar si la ruptura es causada por el candidato o la estación patrón. Se han ideado muchas pruebas que comparan estaciones candidatas con series de referencia homogéneas (por ejemplo, Alexandersson 1986, Karl y Williams 1987, Easterling y

Peterson 1995, Alexandersson y Moberg 1997). Sin embargo, encontrar o crear una serie de referencia homogénea para fines de comparación es difícil (Alexandersson 1986, Karl y Williams 1987, Peterson y Easterling 1994). Algunos métodos incluyen metadatos (es decir, información del historial de la estación) para facilitar la identificación de los puntos de ruptura, pero existen problemas con la calidad de los metadatos disponibles, ya que no todas las estaciones tienen registros completos de la historia de la estación. Las técnicas de homogeneidad relativa también son difíciles de aplicar cerca de los límites (en espacio o tiempo) de un conjunto de datos, ya que puede que no haya suficientes estaciones cercanas para comparar.

Al verificar la data de las temperaturas superficiales del mar del área Costera del Ecuador se puede realizar un análisis del comportamiento de dicha variable a lo largo del tiempo.

## METODOLOGÍA

El fundamento metodológico de esta investigación está basado en el tratamiento de la información extraída de la base de datos satelitales de alta resolución United Kingdom Met Office (UKMO), para el desarrollo es necesario explicar que se descargó los datos bajo FTP (File Transfer Protocol) los mismos que se encuentra en un repositorio web de libre acceso, entre las variables contiene la Temperatura Superficial del Mar (TSM) a nivel mundial con sus longitudes y latitudes respectivas que se utilizó en este trabajo.

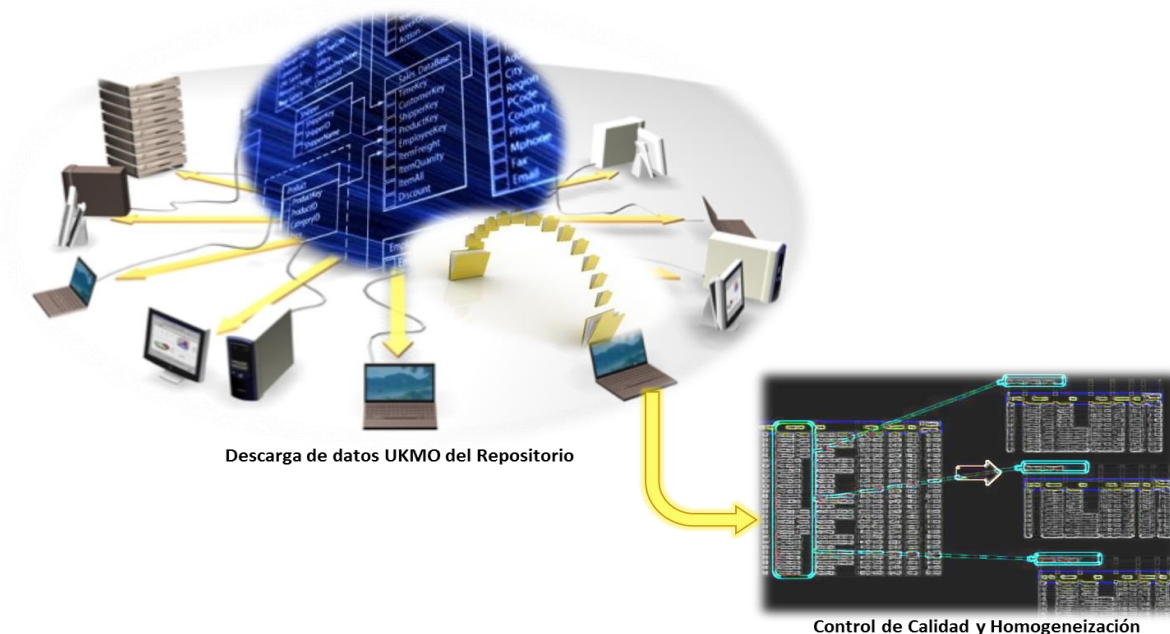
En el desarrollo de este trabajo investigativo fue necesario hacer una estandarización en los datos extraídos del repositorio UKMO, que consiste en separar la información en diferentes

campos, así como unificar ciertos criterios para manejar de forma óptima y adecuada los datos extraídos para el área de dominio local delimitada (2N-5S, 76W-93W) de la base de datos global UKMO

La extracción y delimitación de los datos fue de la base UKMO, la misma que contiene datos diarios que están en formato NetCDF, se transformó la información de forma exhaustiva extrayéndola en archivo tipo texto con extensión .txt, haciendo un control de calidad luego verificando si los cortes para el área de estudio fueron los adecuados o si tuvieron los errores para poder corregir (Figura 1), algunas inhomogeneidades son los errores que suelen suceder por fallas en las filtraciones, no trabajar de manera fija con la misma longitud o latitud en todos los archivos, en control de calidad de los datos está la lectura de los valores que no corresponden al océano se debió cambiar de -999.99 a N/A, otro es la conversión de los resultados de grados Kelvin a grados Celsius en lo referente a la variable de temperatura superficial del mar, además es importante denotar que se verificó que los archivos que se prepararon para este trabajo tuvieran la misma cantidad de registros luego de clasificarlos.

Teniendo un control de calidad exhaustivo y una estandarización en el tratamiento de los datos, los archivos generados únicamente con los campos y registros para el área de estudio, mantiene la credibilidad para el investigador al usarlos en sus análisis.

Cuando se hacen las conversiones de temperatura con la cual se ha trabajado en este artículo, es necesario tomar en cuenta que solo se le debe hacer al archivo final, el cual ya fue preparado estructurado, estandarizado, y calculado sus promedios de TSM en cada punto georeferenciado el marco de coordenadas geográficas.



**Figura 1.** - Estructura Metodológica para descarga, control de Calidad y homogeneización de datos UKMO.  
**Figure 1.** - Methodological structure for download, quality control and data homogenization UKMO.

En los análisis de homogeneización se realizó el promedio mensual de la variable de TSM, correspondiente a los meses de época seca (de junio a noviembre), se utilizaron las matrices de datos UKMO transformados a archivos tipo texto de forma diaria para realizar las medias mensuales, correspondientes al periodo 2007-2016, la misma que fue preparada para este estudio en el área local delimitada (2N-5S, 76W-93W).

El formato de datos vectoriales más común a la hora de trabajar con un sistema de información geográfica (SIG) es el shapefile, formato usado para almacenar la localización geográfica y los atributos (Синеглазов and Лиман, 2010), al momento de ser creado este archivo, genera algunos archivos con diferentes extensiones en donde se almacenan las entidades geométricas de los objetos(.shp), los que almacena el índice de elementos geométricos (.shx), la tabla de la base de datos donde se almacenaron los atributos

de los elementos geométricos (.dbf), los que almacenan la información correspondiente al sistema de coordenadas (.prj), los archivos con extensiones .sbn y .sbx almacenan el índice espacial de las entidades y por último los que almacenan los metadatos de las capas (.shp.xml) (Song, Tang and Li, 2014). Se usó un shapefile para almacenar la localización geográfica y los atributos asociados a la variable TSM, para lo cual se utilizó una geometría de tipo punto (Arana et al, 2017).

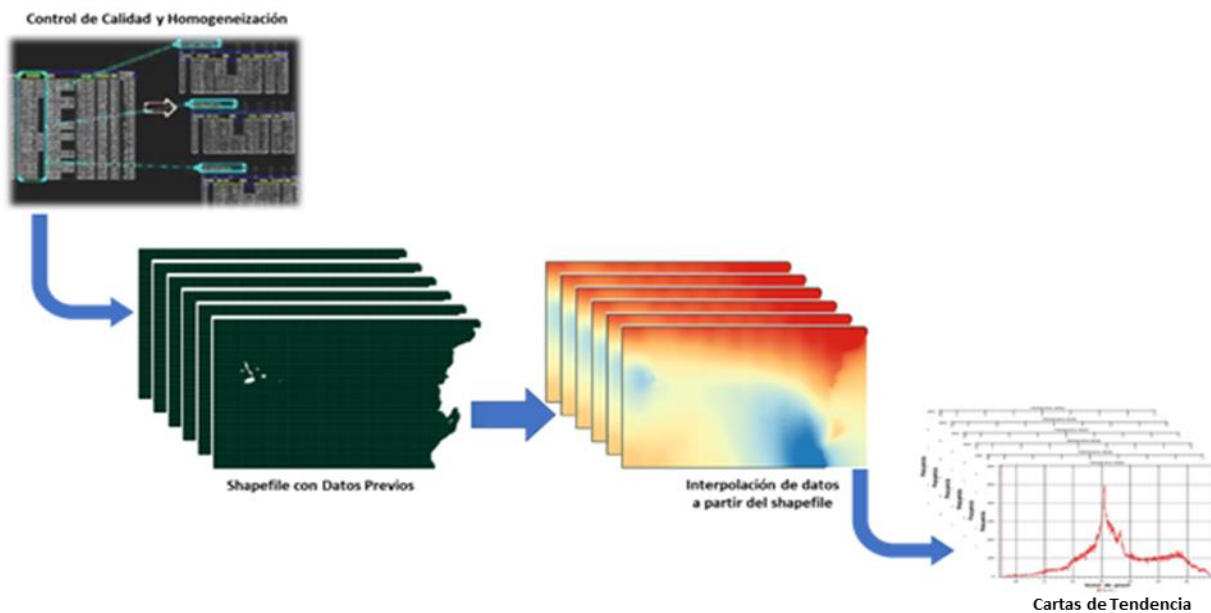
A partir de esta se generaron capas rasterizadas, también conocidas como superficie estadística, lo cual consiste en transformar la información contenida en las geometrías de puntos a celdas denominadas píxeles, para lograr la rasterización se utilizó el método determinístico denominado interpolación espacial, este método consiste en determinar valores faltantes a partir de valores. Para la generación de la superficie

estadística o capa raster se usó la metodología de interpolación espacial conocida como Distancia Inversa Ponderada o IDW por sus siglas en inglés (Madhloom et al, 2018), es importante recalcar que este método está basado en la inversa de una distancia elevada a una potencia matemática, la cual le permite controlar la significancia de puntos conocidos en los valores interpolados con base en la distancia del punto de salida, siendo la potencia un número entero real positivo.

Al asignarle una potencia más alta se realzan los puntos más cercanos, es decir, los datos más cercanos tendrán una mayor influencia, motivo por el cual la superficie tendrá mayor detalle. De igual manera, al

incrementar el valor de la potencia los valores interpolados comienzan a acercarse al valor del punto de muestra más cercano.

Se determinó los valores de cada celda usando una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra, de esta manera podemos decir que usamos una función de la distancia inversa a través de una potencia matemática de segundo orden, para lo cual debe cumplir con el requerimiento de que la superficie a interpolar debe ser una variable dependiente de la localización geográfica, debido a que este método asume que la representación cartográfica de la TSM disminuye su influencia a mayor distancia desde la ubicación de su muestra, figura 2.



**Figura 2.-** Estructura Metodológica para creación de shapefile, interpolación de datos y cartas de tendencias de datos UKMO.

**Figure 2. -** Methodological structure for shapefile creation, data interpolation and data trend charts UKMO.

Es importante recalcar que este método está basado en la inversa de una distancia elevada a una potencia matemática u orden, el cual le permite controlar la significancia de puntos conocidos en los

valores interpolados con base en la distancia del punto de salida, siendo la potencia un número entero real positivo. Al asignarle una potencia más alta se realzan los puntos más cercanos, es decir,

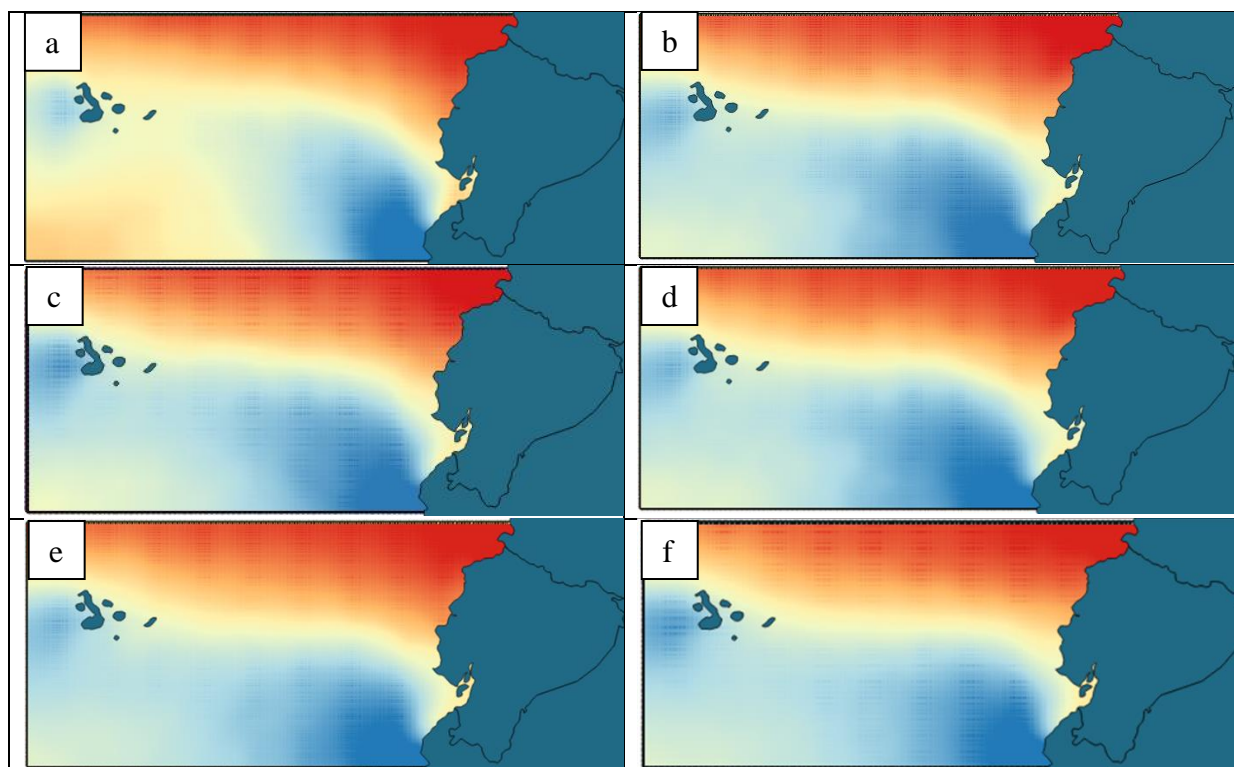
los datos más cercanos tendrán una mayor influencia, motivo por el cuál la superficie tendrá mayor detalle y los valores interpolados se acercan más al valor del punto de muestra más cercano.

Como producto de este proceso de interpolación podemos obtener cartas de tendencia y cartas de temperatura, las mismas que sirven para visualizar el comportamiento de la región o área de estudio a lo largo del tiempo hasta la actualidad y así los técnicos entendidos en la materia pueden dar un criterio sobre el

comportamiento promedio de la temperatura superficial del mar en la década 2007-2016.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó los efectos del cálculo de interpolación a la generación de las cartas de temperatura, el cual aumenta la precisión de los datos visualizados si está a menor escala el área local de estudio, a través de distancia inversa ponderada, obteniendo las siguientes imágenes raster:



**Figura 3.-** Imágenes Rasterizadas para la Época Seca, a través del método IDW, del comportamiento de la TSM desde el 2007 hasta el 2016, siendo: (a) Mapa Promedio Interpolado del mes de junio, (b) Mapa Promedio Interpolado del mes de julio, (c) Mapa Promedio Interpolado del mes de agosto, (d) Mapa Promedio Interpolado del mes de septiembre, (e) Mapa Promedio Interpolado del mes de octubre, (f) Mapa Promedio Interpolado del mes de noviembre.

**Figure 3.-** Rasterized Images for the Dry Period, through the IDW method, of the behavior of the SST from 2007 to 2016, being: (a) Interpolated Average Map of the month of June, (b) Average Interpolated Map of the month of July, (c) Interpolated Average Map for the month of August, (d) Interpolated Average Map for the month of September, (e) Interpolated Average Map for the month of October, (f) Average Interpolated Map for the month of November.

En este trabajo se decidió usar el método de interpolación de la distancia inversa ponderada debido a la naturaleza de los datos, los mismos que al ser datos georreferenciados presentan una distribución espacial uniforme, tomando en consideración esto se procedió a realizar pruebas para calcular el valor de los píxeles, forzando las limitantes de esta metodología a través de la potencia matemática u orden, usando el orden máximo, el orden medio, y el orden mínimo. Cuando usamos la potencia máxima obtuvimos mapas con píxeles que ofrecían demasiados detalles lo cual hacia casi imposible poder apreciar la información, esto se debe a que mientras mayor es el orden del polinomio usado para generar la interpolación, la capa resultante es muy sensible a los valores extremos lo cual podría generar deformaciones en la capa resultante, a pesar de que sus valores centrales se ajustarían mejor a los valores reales.

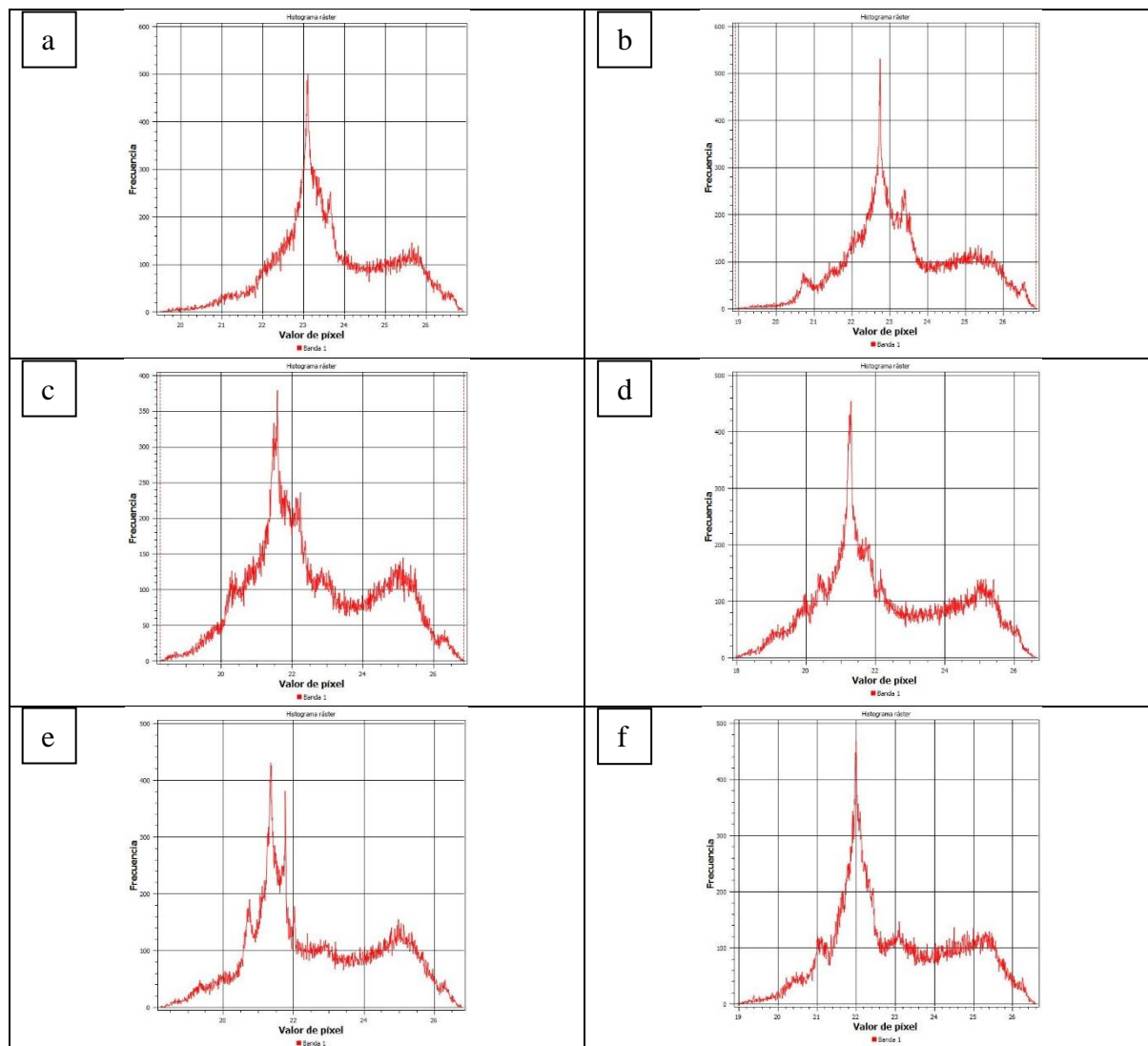
Al usar la potencia media, el detalle de los píxeles disminuyó considerablemente, sin embargo, aún se tenían dificultades para poder apreciar la información rasterizada, debido a que con un polinomio de este orden los datos interpolados aún son sensibles, en menor medida, a los valores extremos produciendo ligeras deformaciones en las capas resultantes, sin embargo, al usar el orden mínimo se obtuvo una suavización máxima de los píxeles, mejorando la calidad de la

imágenes raster, eliminando por completo las deformaciones generadas en los cálculos anteriores, finalmente se procedió a la categorización de la información contenida en estas imágenes utilizando una banda de pseudo color, filtrando la información satelital en los rangos necesarios para generar 10 intervalos iguales, de esta manera se pudo apreciar la información contenida en esta imagen raster de una forma más amigable, figura 3.

Tomando en cuenta que el Ecuador cuenta con dos tipos de estaciones, se ha creído conveniente realizar la generación de Mapas Promedios Interpolados y Cartas de Tendencias Mensuales correspondiente a los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre, también se consideró desarrollar dichos productos entre la brecha de los años de 2007 al 2016, esto nos dará mayor grado de confiabilidad.

En el proceso de interpolación podemos obtener cartas de tendencia, las mismas que sirven para visualizar el comportamiento de la región o área de estudio durante la estación seca y así los técnicos entendidos en la materia pueden dar un criterio si ha habido un aumento o disminución del promedio mensual de temperatura superficial del mar decadal en el periodo comprendido del 2007 hasta el 2016, figura 4.





**Figura 4.-** Cartas de Tendencia de la TSM desde el 2007 hasta el 2016 para la Época Seca, (a) Carta de Tendencia mes de Junio, (b) Carta de Tendencia mes Julio, (c) Carta de Tendencia mes de Agosto, (d) Cartas de Tendencia mes de Septiembre, (e) Carta de Tendencia del mes de Octubre, (f) Carta de Tendencia del mes de Noviembre.

**Figure 4 -** TSM Trend Letters from 2007 to 2016 for the Dry Season, (a) June Trend Letter, (b) July Trend Letter, (c) August Trend Letter, (d) Trend Letters month of September, (e) Trend Letter for the month of October, (f) Trend Letter for the month of November.

Las cartas de Tendencias denotan la información para cada mes, teniendo en cuenta que sus valores decadales promedios de TSM máximos, mínimos y su temperatura más frecuente para el mes de junio son de 26.92°C, 19.42°C, 24.2°C, para el mes de julio son de 26.9°C, 18.8°C, 22.6°C, para el mes de agosto son de

26.7°C, 19.2°C, 21.5°C, para el mes de septiembre son de 27.0°C, 17.9°C, 21.3°C, para el mes de octubre son de 27.2°C, 18.0°C, 21.4°C y para el mes de noviembre son de 26.8°C, 19.0°C, 22.0°C, demostrando la gran variabilidad mensual que tiene la TSM en su comportamiento mensual. Basándonos en el

comportamiento de los umbrales máximos de la TSM podemos evidenciar que a inicios de la época seca (mes de junio) tiene una ligera tendencia a disminuir hacia el mes de julio, mientras conforme avanzamos hacia los meses de agosto, septiembre y octubre muestra una ligera tendencia a aumentar, alcanzando sus máximos para toda la época en el mes de octubre, y finalmente vuelve a descender en el mes de noviembre, de la misma forma podemos apreciar que los umbrales mínimos tienen un comportamiento similar, sin embargo en los umbrales mínimos la variación de la temperatura es ligeramente mayor a la variación encontrada en los umbrales máximos.

### CONCLUSIONES

En la preparación de los datos es importante el orden en el momento del filtrado de la información, al no coincidir las coordenadas geográficas al hacer la interpolación, se obtienen resultados con errores, lo que haría mapas no representativos en el comportamiento de la TSM durante la época seca, volviendo hacer que el técnico especialista deba generar todo el proceso nuevamente de control de calidad y homogeneización de los datos extraídos del repositorio web de acceso abierto.

Para trabajar datos de TSM con la metodología de interpolación IDW, se obtiene mejores resultados al utilizar la mínima potencia que permite el método, por lo cual para este trabajo se utilizó de segundo orden, teniendo en cuenta que al usar potencias mayores las imágenes rasterizadas tienen demasiados detalles, lo cual dificultaría al técnico científico el análisis de la información

En la década del 2007 al 2016, específicamente en la estación de la época seca se obtiene que el mes con mayor temperatura superficial del mar es octubre con 27.2°C, y con menor TSM es septiembre con 17.9°C, pero en el inicio de la época seca correspondiente al mes de junio, la TSM más frecuente es de 23.2°C.

### REFERENCIAS

- Alexandersson, H., & Moberg, A. (1997). Homogenization of Swedish Temperature Data. Part I: Homogeneity Test for Linear Trends. *International Journal of Climatology*, 17(1), 25-34. Doi: 10.1002/(Sici)1097-0088(199701)17:1<25::Aid-Joc103>3.3.Co;2-A
- Arana, M., Martínez, G., Oggero, A., Natale, E., & Morrone, J. (2017). Map and Shapefile of the Biogeographic Provinces of Argentina. *Zootaxa*, 4341(3), 420. Doi: 10.11646/Zootaxa.4341.3.6
- Bâkilz, H. (2018). Is The Global Sea Surface Temperature Rise Accelerating? *Geodesy and Geodynamics*. Doi: 10.1016/J.Geog.2018.04.002
- Boland, L., Carro, F., Stancatti, M. J., Gismano, Y., & Banchieri, L. (2007). *Funciones De La Administración-Teoría Y Práctica*. Bahía Blanca, Argentina: Ediuns.
- Chen, T., Cobb, K., Roff, G., Zhao, J., Yang, H., Hu, M., & Zhao, K. (2018). Coral-Derived Western Pacific Tropical Sea Surface Temperatures during the Last Millennium. *Geophysical Research Letters*, 45(8), 3542-3549. Doi: 10.1002/2018gl077619

- Conrad, V., And L. W. Pollak, 1962: *Methods in Climatology*. Harvard University Press, 459 Pp.
- Costa, A., & Soares, A. (2008). Homogenization of Climate Data: Review and New Perspectives Using Geostatistics. *Mathematical Geosciences*, 41(3), 291-305. Doi: 10.1007/S11004-008-9203-3
- Синеглазов, В. And Лиман, К. (2010). Construction of GIS based on shapefile. *Electronics and Control Systems [en línea]*, 3(25):102-107. Doi: 10.18372 / 1990-5548.25.836
- Durá, E., Mendiguren, G., Martín, M., Acevedo-Dudley, M., Bosch-Bolmar, M., Fuentes, V., & Bordehore, C. (2014). Validación Local De La Temperatura Superficial Del Mar Del Sensor MODIS En Aguas Someras Del Mediterráneo Occidental. *Revista De Teledetección*, 0(41), 59. Doi: 10.4995/Raet.2014.2314
- Easterling, D. R., and T. C. Peterson, 1995: A New Method for Detecting Undocumented Discontinuities in Climatological Time Series. *Int. J. Climatol.*, 15, 369–377.
- Filipponi, F., Valentini, E., & Taramelli, A. (2017). Sea Surface Temperature Changes Analysis, an Essential Climate Variable for Ecosystem Services Provisioning. 2017 9Th International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Images (Multitemp). Doi: 10.1109/Multi-Temp.2017.8035255
- García , F., Alexandre , O., & Nunes , E. (2013). Las Oscilaciones Climáticas En La Atmosfera Urbana De La Ciudad De Natal, Brasil Através De Las Series Largas De Temperaturas Del Aire. 5 (29), 10-16.
- Guenni, L., Degryze, E. Alvarado, K. (2008). Análisis De La Tendencia Y La Estacionalidad De La Precipitación Mensual En Venezuela. *Revista Colombiana De Estadística*, 31(1), Pp 41-65.
- Haddam, N., Siani, G., Michel, E., Kaiser, J., Lamy, F., & Duchamp-Alphonse, S. Et Al. (2018). Changes in Latitudinal Sea Surface Temperature Gradients along the Southern Chilean Margin since the Last Glacial. *Quaternary Science Reviews*, 194, 62-76. Doi: 10.1016/J.Quascirev.2018.06.023
- Karl, T., & Williams, C. (1987). An Approach to Adjusting Climatological Time Series for Discontinuous Inhomogeneities. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26(12), 1744-1763.
- Kelleher, J., Mac, B., & D'Arcy, A. (2015). *Fundamentals Of Machine Learning For Predictive Data Analytics*. MIT PRESS.
- Kucera, M. (2018). Determination of Past Sea Surface Temperatures. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.11384-3
- Madhloom, H., Al-Ansari, N., Laue, J., & Chabuk, A. (2017). Modeling Spatial Distribution of Some Contamination within the Lower Reaches of Diyala River Using IDW Interpolation. *Sustainability*, 10(2), 22. Doi: 10.3390/Su10010022
- Méndez , F., & Zapata, F. (2010). Variabilidad Espacial De La Salinidad En

Suelos Regados Con Aguas Residuales Del Sistema De Riego Taiguaguay, Venezuela . *Interciencia*, 35 (5), 358-361.

Surfaces. The APPEA Journal, 22(1), 205. Doi: 10.1071/Aj81016

Pacheco, C., Aguado, I., & Mollicone, D. (2011). Dinámica De La Deforestación En Venezuela: Análisis De Los Cambios APartir De Mapas Históricos. *Interciencia*, 36 (8), 579-580.

Sanz, J., Pérez, E., & Llorca, J. (2009). Estudio Climático De La Temperatura De Las Estaciones Existentes En La Tierra Con Datos Desde El Siglo XVIII. *Anales De Geografía*, 29 (1).

Song, L., Tang, M., & Li, N. (2014). A Global Path Planning Algorithm For AGV Based On The Shapefile Vectorgraph. *Advanced Materials Research*, 889-890, 1117-1120.

Philip, G., & Watson, D. (1982). A Precise Method for Determining Contoured

Unnikrishnan , K., Lodh , A., & Kumar, D. (2016). Validation Of Two Gridded Soil Moisture Products Over India With In-Situ Observations. *Earth System Science*, 125 (5), 1-9.

Yáñez R, E., Catasti V, V., Barbieri B, M., & Böhm S, G. (1996). Relaciones Entre La Distribución De Recursos Pelágicos Pequeños Y La Temperatura Superficial Del Mar Registrada Con Satélites NOAA En La Zona Central De Chile. *Investigaciones Marinas*, 24. Doi: 10.4067/S0717-71781996002400009

Watson, D.F. And Philip, G.M. (1985) A Refinement Of Inverse Distance Weighted Interpolation. *Geoprocessing*, 2, 315-327.