

**GEOESTADÍSTICA UNIVARIABLE APLICADA A ATRIBUTOS PETROFÍSICOS  
DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA LA DETERMINACIÓN DE AREAS  
PROSPECTIVAS DEL CAMPO ESCUELA COLORADO**

**KARL LEONARD AMAYA CRISTIANO  
JHON FREDDY CALVO VEGA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2010**

---

# **GEOESTADÍSTICA UNIVARIABLE APLICADA A ATRIBUTOS PETROFÍSICOS DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA LA DETERMINACIÓN DE AREAS PROSPECTIVAS DEL CAMPO ESCUELA COLORADO**

**KARL LEONARD AMAYA CRISTIANO  
JHON FREDDY CALVO VEGA**

Trabajo de grado presentado como requisito  
Para optar el título de Geólogo

Director de proyecto

**Ing. Químico, MSc. Geofísica. Andrés Eduardo Calle Ochoa**  
ECOPETROL-ICP.

Co-director

**Geólogo, MSc. Informática. Jorge Eduardo Pinto Valderrama**  
Escuela de Geología

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2010**

## DEDICATORIA

A mi Tío-Papá Azael que donde estés, como estés, cuando vuelvas y porque sé que te volveré a ver...

A mi Mamá Libia que pensó y tomo decisiones que solo ella podía tomar...

A mi hermano Camilo, a mis primos y primas que están cuando se necesitan...

A mi Familia que será la primera de próximas metas a cumplir...SSZ...ó...FZO...

Karl Leonard Amaya Cristiano

## DEDICATORIA

A Dios por estar conmigo en todo momento, por las bendiciones que en todo momento derrama sobre mi y por permitirme culminar con uno de mis mas grandes objetivos y que se ve plasmado con esta logro.

A mi padre Juan Manuel y mi Madre Gladys por todo su Amor, su dedicación y esfuerzo.

A Paula, mi esposa, por todos los sacrificios, compañía y apoyo permanente que me da fuerza para seguir adelante a pesar de las dificultades...

A mi hijo Manuel Fernando por ser la razón por la que me levante día y día y me esfuerce por salir adelante.

A mis hermanas Luz Mónica Y Adriana por su amor, apoyo y por creer en mi.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en que pudiera culminar mi Carrera y me brindaron apoyo en los momentos en que más los necesite para poder lograr esta meta.

Jhon Freddy Calvo Vega

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos especialmente a nuestros directores Andrés Eduardo Calle Ochoa y Jorge Eduardo Pinto Valderrama.

A Sait Khurama V, tutor académico, por brindar y apoyar con sus conocimientos en el tema y asistir cuando se le fue solicitado con sus observaciones y recomendaciones.

A ECOPETROL-ICP, por el apoyo académico y social que brindo para la investigación, por parte del grupo Campos Maduros y al frente de Modelamiento Estático de Yacimiento, que se encargo de establecer esta línea investigativa y mostro un camino para concebir el presente libro.

A la Universidad Industrial de Santander, por todo el conocimiento que brindo durante nuestra estadía, al aceptarnos como estudiante y ciudadano UIS.

A la planta docente de la Escuela de Geología, especialmente a Eliecer Uribe, Carlos Alberto García y Luis Carlos Mantilla, por sus inagotables esfuerzos pedagógicos de hacer de nuestra escuela un lugar mejor. Finalmente, injustamente colocados en última instancia pero no por ello menos importantes, a cada uno de nuestros compañeros de pregrado: Erich, Natalia, Yesid, Aura M, Xavier, Aura U, Carlos M, Monika, Ever, Adriana C, Gabriel, Adriana P, Heber, Leydy, Diego G, Catalina, Jesús B, Paola F, Oscar M, Mayra, Camilo, Diana S, Oscar LI, Henderson, Jairo, Ricardo F, Álvaro S.

## RESUMEN

**TITULO:** GEOESTADÍSTICA UNIVARIABLE APLICADA A ATRIBUTOS PETROFÍSICOS DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA LA DETERMINACIÓN DE AREAS PROSPECTIVAS DEL CAMPO ESCUELA COLORADO VALLE MEDIO DEL MAGDALENA, COLOMBIA.

**Autores:** Amaya Cristiano Karl Leonard, Calvo Vega Jhon Freddy.

**Palabras Claves:** Campo Colorado, geoestadística, atributos petrofísicos, variogramas.

El Campo Colorado se encuentra ubicado en la cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM) regido por la estructura del piedemonte Occidental de la cordillera oriental, al sur del campo la Cirainfantas y al sureste del municipio de Barrancabermeja (Santander).

En los últimos años se ha reactivado el estudio de campos maduros debido a que no se han encontrado yacimientos importantes de hidrocarburos; por lo cual se hace necesario un estudio integral de estos con el fin de aportar recursos que lleven a conocer mejor sus características y poder reactivar ó aumentar sus reservas. Los estudios de caracterización y simulación de yacimientos aportan las bases para establecer programas de explotación orientados a lograr la recuperación óptima de hidrocarburos con un menor riesgo económico.

El presente estudio es orientado principalmente hacia el área de la geoestadística aplicada para modelamiento estático de yacimientos, que consta de un análisis de atributos petrofísicos básicos con los que cuenta el campo y una base de datos de topes y espesores para la Formación Mugrosa desarrollada en estudios anteriores para el Campo Escuela Colorado. Su desarrollo puede dividirse en 5 etapas elementales las cuales son el fundamento del procedimiento para un análisis geoestadístico: (1) **Organización de los datos**, (2) **análisis y modelado de la continuidad espacial**, (3) **Estudios variográficos**, (4) **Validación ó Comparación con modelos teóricos** y (5) **Kriging**. Estas fases se desarrollaron para cada atributo además para espesores y topes de la Formación Mugrosa. Finalmente se exportaron los mapas de contornos y se interpretaron conjuntamente topes, espesores y atributos petrofísicos de porosidad efectiva, saturación de agua y espesor de arena petrolífera y se determinaron 7 áreas ó sectores prospectivos en el Campo Escuela Colorado.

\* Trabajo de Grado Modalidad Investigación.

\*\* Facultad De Ingenierías Físicoquímicas Escuela De Geología; Directores Ing. Químico, MSc. Geofísica. Andrés Eduardo Calle Ochoa (ECOPETROL-ICP) y Geólogo, MSc. Informática. Jorge Eduardo Pinto Valderrama (UIS).

## ABSTRACT

**TITLE:** APPLIED GEOSTATISTICS UNIVARIATE OF PETROPHYSICS ATTRIBUTES TO MUGROSA FORMATION FOR DETERMINING PROSPECTIVE AREAS OF THE COLORADO FIELD IN THE MAGDALENA MIDDLE VALLEY, COLOMBIA.

**Authors:** Amaya Cristiano Karl Leonard, Vega Calvo Jhon Freddy.

**Key words:** Colorado field, geostatistics, attributes petrophysical variogram.

Colorado field is located in the basin of the Middle Magdalena Valley (VMM) governed by the structure of the western foothills of the eastern cordillera, south of the Cira-infant field and southeast of the town of Barrancabermeja (Santander).

In recent years it has revived the study of mature fields because there has been no major oil fields, for which reason it is necessary a comprehensive study of these in order to provide resources that lead to better know their characteristics and power reactivate or increase their reserves. Studies of reservoir characterization and simulation provide the basis for establishing operating programs designed to achieve optimal recovery of hydrocarbons with a lower economic risk.

The present study is focused primarily on the area of geostatistics applied to static reservoir modeling, which consists of a basic petrophysical analysis attributes with which account the field and a database for depth top and thickness of Mugrosa Unit the wicks developed in previous studies for the Colorado Field. Its development can be divided into 5 basic stages which are the basis for geostatistical analysis procedure: (1) Organization of data, (2) analysis and modeling of spatial continuity, (3) Semi-variogram test, (4) validation or comparison with theoretical models and (5) Kriging. These phases were applied for each petrophysics attributes, for thickness and depth top of field. Finally exported contour maps and interpreted together ceilings, thickness and petrophysical attributes of effective porosity, water saturation and oil sand thickness and identified seven prospective areas or sectors in the Colorado Field.

\* Trabajo de Grado Modalidad Investigación.

\*\* Facultad De Ingenierías Físicoquímicas Escuela De Geología; Directores Ing. Químico, MSc. Geofísica. Andrés Eduardo Calle Ochoa (ECOPETROL-ICP) y Geólogo, MSc. Informática. Jorge Eduardo Pinto Valderrama (UIS).

## CONTENIDO

	<i>Página</i>
<b>RESUMEN</b>	
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>19</b>
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
1.1.    Objetivo General.....	<b>21</b>
1.2.    Objetivos Específicos.....	<b>21</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>22</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>24</b>
<b>4. MARCO GEOLÓGICO</b> .....	<b>25</b>
4.1.    Geología Regional.....	<b>25</b>
4.1.1. Cuenca Del Valle Medio del Magdalena.....	<b>25</b>
4.1.1.1. Rasgos Generales.....	<b>25</b>
4.1.1.2. Evolución de la Cuenca.....	<b>26</b>
4.2.    Geología Local.....	<b>29</b>
4.2.1. Campo Escuela Colorado –VMM-.....	<b>29</b>
4.2.1.1. Estratigrafía-Terciario-.....	<b>30</b>
4.2.1.2. Características del Entrampamiento.....	<b>32</b>
4.3.    Descripción del Área de Estudio.....	<b>33</b>
4.3.1. Ubicación.....	<b>33</b>
4.3.2. Descripción Estructural.....	<b>34</b>
4.3.3. Sedimentación y Facies.....	<b>35</b>
4.3.4. Historia de Producción.....	<b>37</b>
<b>5. ASPECTOS TEORICOS</b> .....	<b>39</b>
5.1.    Ambientes Sedimentarios.....	<b>39</b>
5.1.1. Ambiente Fluvial.....	<b>40</b>
5.1.1.1. Canales Meandriiformes.....	<b>41</b>
5.2.    Petrofísica.....	<b>43</b>
5.2.1. Porosidad.....	<b>44</b>
5.2.1.1. Porosidad Efectiva.....	<b>44</b>
5.2.2. Netpay.....	<b>44</b>
5.2.3. Saturación de Agua.....	<b>45</b>
5.3.    Geoestadística.....	<b>45</b>
5.3.1. Variable Aleatoria Regionalizada.....	<b>47</b>
5.3.2. Análisis Estructural.....	<b>48</b>
5.3.3. Semivariograma ó Variograma Experimental.....	<b>49</b>
5.3.4. Modelado de Semivariogramas y Parámetros.....	<b>52</b>

	<i>Página</i>
5.3.5. Modelos Teóricos y Validación.....	53
5.3.6. Kriging.....	55
<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>58</b>
6.1. FASE DE ANALISIS - Recolección de Información, Data base....	58
6.2. FASE DE DISEÑO - Análisis y Modelado de la Continuidad Espacial.....	58
6.2.1. Buscar el Diseño de la Elipse.....	59
6.3. FASE DE DESARROLLO - Validación y Combinación de Modelos Teóricos.....	59
6.3.1. Kriging.....	59
6.4. Descripción Y Procedimiento Para La Realización Y Generación De Mapas.....	60
6.4.1. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona B1.....	63
6.4.2. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona B2.....	64
6.4.3. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona C1.....	65
6.4.4. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona C2.....	66
6.4.5. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona B1....	67
6.4.5.1. Generación de Mapa de Espesores Netos de Arenas Zona B1.....	68
6.4.6. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona B2....	69
6.4.6.1. Generación de Mapa de Espesores Netos de Arenas Zona B2.....	70
6.4.7. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona C1...	71
6.4.7.1. Generación de Mapa de Espesores Netos de Arenas Zona C1.....	72
6.4.8. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona C2...	73
6.4.8.1. Generación de Mapa de Espesores Netos de Arenas Zona C2.....	74
6.4.9. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona B1..	75
6.4.10. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona B2.....	76
6.4.11. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona C1.....	77
6.4.12. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona C2.....	78
<b>7. ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>80</b>
7.1. Modelos Teóricos y Relaciones por Zonas, B1, B2, C1, C2.....	80
7.2. Análisis de Mapas Atributos Petrofísicos Vs Topes de Zonas Productoras.....	86
7.2.1. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona B1.....	86

	<i><b>Página</b></i>
7.2.2. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona B2.....	<b>87</b>
7.2.3. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona C1.....	<b>88</b>
7.2.4. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona C2.....	<b>89</b>
7.3. Análisis de Mapas Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Para Zonas Productoras B1, B2 C1 y C2.....	<b>90</b>
7.3.1. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona B1.....	<b>90</b>
7.3.2. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona B2.....	<b>91</b>
7.3.3. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona C1.....	<b>92</b>
7.3.4. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona C2.....	<b>93</b>
7.4. Localización de Áreas y Posibles Sectores Prospectivos.....	<b>94</b>
7.5. Validación de Resultados.....	<b>95</b>
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>112</b>

**Apéndice 1** – Base de datos empleada para análisis geoestadístico.

**Apéndice 2** – Base de datos para análisis geoestadístico- (Espesor de arenas netos).

**Apéndice 3** – Distribución de pozos en el Campo Escuela Colorado

**Apéndice 4** – Reportes generados a partir de análisis geoestadístico

## **INDICE DE FIGURAS**

	<i><b>Página</b></i>
<b>Figura 1.</b> – Localización del Campo Escuela Colorado. Tomado de Diagnostico Estrategias de Recobro ECOPETROL-ICP, 2003.....	22
<b>Figura 2.</b> – Mapa de ubicación de Cuencas Sedimentarias Colombianas. (VMM).....	25
<b>Figura 3.</b> – Modelización de la tectónica distensional en el Valle del Magdalena en la región de Payande (Modificado de Mojica y Macia, 1983).....	26
<b>Figura 4.</b> – Cortes evolutivos NWW-SEE, Involucrando la evolución Tectónica de la cuenca VMM; durante el Cretácico-Paleoceno-Eoceno, y formaciones litológicas representativas durante estos periodos.....	27
<b>Figura 5.</b> – Corte evolutivo NWW-SEE, durante el Mioceno y eventos de levantamientos que pudieron haber afectado la cuenca del VMM, y su depositación clástica predominante.....	28
<b>Figura 6.</b> – Principales secuencias sedimentarias del Oriente Colombiano durante el Cretácico.....	28
<b>Figura 7.</b> – Columna estratigráfica generalizada; zonas productoras y Sub-zonas seleccionadas para estudio geoestadístico.....	29
<b>Figura 8.</b> – Columna estratigráfica generalizada; zonas productoras y Sub-zonas seleccionadas para estudio geoestadístico.....	30
<b>Figura 9.</b> –Localización del Campo Escuela Colorado, Mapa Geológico y Corte.....	33
<b>Figura 10.</b> – Líneas Sísmicas e interpretación del anticlinal y Falla Colorado.....	34
<b>Figura 11.</b> – Interpretación de fallas satélites del Campo Escuela Colorado y división por bloques I, II, III, IV, V y VI.....	35

	<i><b>Página</b></i>
<b>Figura 12.</b> – Litofacies encontradas en la Formación Mugrosa, Modificado del código litofacial de Miall, 1996.....	35
<b>Figura 13.</b> – Historia de producción del Campo Escuela Colorado.....	38
<b>Figura 14.</b> – Ambientes sedimentarios fluviales y sus respectivos dominios de depositación de canal. ( <i>Modificado de Miall, A.D. 1996</i> ).....	40
<b>Figura 15.</b> – Canales meandriiformes.....	41
<b>Figura 16.</b> – <b>(a)</b> Expresión morfológica de un Crevasse Splay y el natural Levee en un sistema fluvial. (Modificado de Miall, A.D. 1996). <b>(b)</b> Expresión morfológica, características de depositación y componentes arquitecturales en un sistema fluvial.....	41
<b>Figura 17.</b> – Distribución de poros en una roca.....	43
<b>Figura 18.</b> – Direccionamiento para el cálculo de variogramas, a) Comenzando en 0° y b) en 45°.....	49
<b>Figura 19.</b> – Espacio definido por la tolerancia lineal.....	50
<b>Figura 20.</b> – Espacio definido por la tolerancia angular y lineal.....	50
<b>Figura 21.</b> – Espacio definido por las tolerancias y anchos de bandas.....	51
<b>Figura 22.</b> – Forma típica del Semivariograma.....	51
<b>Figura 23.</b> –Comportamiento de variograma en el origen, a) Parabólico,b) Lineal, c) Efecto de Pepita, d) Discontinuo puro.....	52
<b>Figura 24.</b> – Parámetros del Semivariograma.....	52
<b>Figura 25.</b> – Modelos Teóricos, ecuación y características particulares.....	54
<b>Figura 26.</b> – Flujograma de trabajo (Metodología).....	59
<b>Figura 27.</b> – Representación grafica de los pasos para la generación de los mapas.....	61
<b>Figura 28.</b> – Representación grafica de los pasos de estimación, salvar reportes, generación e integración de la información.....	62
<b>Figura 29.</b> – Localización de áreas de interés para almacenamiento de hidrocarburos.....	94

	<i><b>Página</b></i>
<b>Figura 30.</b> – Comparación de mapas de distribución de espesores netos de arena zonas B1 y B2.....	<b>101</b>
<b>Figura 31.</b> – Comparación de mapas de distribución de espesores netos de arena zonas C1 y C2.....	<b>102</b>
<b>Figura 32.</b> – Comparación de mapas de distribución de topes de la Fm Mugrosa zonas B1 y B2.....	<b>103</b>
<b>Figura 33.</b> – Comparación de mapas de distribución de topes de la Fm Mugrosa zonas C1 y C2.....	<b>104</b>
<b>Figura 34.</b> – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas de la Fm Mugrosa zona B1.....	<b>105</b>
<b>Figura 35.</b> – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas de la Fm Mugrosa zona B2.....	<b>106</b>
<b>Figura 36.</b> – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas de la Fm Mugrosa zona C1.....	<b>107</b>
<b>Figura 37.</b> – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas de la Fm Mugrosa zona C2.....	<b>108</b>
<b>Figura 38.</b> – Localización de pozos productores del campo y sectores prospecto interpretados.....	<b>109</b>

## INDICE DE TABLAS

	<i>Página</i>
<b>Tabla 1</b> – Resultados geoestadísticos Log(TOPES) de Formación Mugrosa.....	<b>80</b>
<b>Tabla 2</b> – Resultados geoestadísticos LOG(ESPESORES) de Formación Mugrosa.....	<b>81</b>
<b>Tabla 3</b> – Resultados geoestadísticos de atributo (PHIER) de Formación Mugrosa.....	<b>82</b>
<b>Tabla 4</b> – Resultados geoestadísticos de atributo (SW) de Formación Mugrosa.....	<b>83</b>
<b>Tabla 5</b> – Resultados geoestadísticos de atributo LOG(NETPAY) de Formación Mugrosa.....	<b>84</b>
<b>Tabla 6</b> – Resultados geoestadísticos de atributo LOG(ESPESORES) netos de Formación Mugrosa.....	<b>85</b>
<b>Tabla 7</b> – Validación de resultados geoestadísticos de LOG(TOPES) de Formación Mugrosa.....	<b>95</b>
<b>Tabla 8</b> – Validación de resultados geoestadísticos de LOG(ESPESORES) de Formación Mugrosa.....	<b>96</b>
<b>Tabla 9</b> – Validación de resultados geoestadísticos de (PHIER) de Formación Mugrosa.....	<b>97</b>
<b>Tabla 10</b> – Validación de resultados geoestadísticos de (SW) de Formación Mugrosa.....	<b>98</b>
<b>Tabla 11</b> – Validación de resultados geoestadísticos de LOG(NETPAY) de Formación Mugrosa.....	<b>99</b>
<b>Tabla 12</b> – Validación de resultados geoestadísticos de LOG(ESPESORES) netos de arenas de Formación Mugrosa.....	<b>100</b>

## INTRODUCCIÓN

Hay muchas ideas erróneas sobre la geoestadística, lo que es y lo que puede o no puede hacer por la industria del petróleo. El presente estudio incluye los aspectos básicos que puede abarcar la geoestadística desde la organización de los datos hasta la aplicación del kriging para la elaboración de superficies de estimación 2d y 3d. La mayoría de las variables en las ciencias de la tierra siempre muestran correlación espacial a gran o menor escala y por lo general cuando la distancia entre dos atributos aumenta, la similitud entre las dos mediciones disminuye. La geoestadística es una rápida evolución de la rama de la estadística aplicada y las matemáticas; ofrece una colección de herramientas para cuantificar y mostrar la variabilidad de modelos espaciales. Estas diferencias espaciales incluyen rangos de variabilidad o heterogeneidad y algunas veces direccionalidad dentro de los conjuntos de datos.

Los orígenes de la geoestadística se encuentran exclusivamente en la industria de la minería. D.G. Krige, un sudafricano ingeniero de minas, y H.S. Sichel, un estadístico, desarrollaron un nuevo método de estimación a comienzos del 1950 cuando la estadística clásica era inadecuada para la estimación de las reservas diseminadas de oro. Georges Matheron, un ingeniero francés, implemento los conceptos innovadores de Krige's y lo formalizo dentro de un marco único con su teoría de variables regionalizadas. Matheron fue el pionero en el uso de la geoestadística aplicada a la minería a comienzos de 1960. El término fue simplificado como kriging en reconocimiento de D.G. Krige. Es interesante el papel que juega la geoestadística para involucrar e integrar características de interés asociadas a las predicciones y resultados. A principios de 1970, el kriging ha demostrado ser muy útil en la industria de la minería. La geoestadística fue presentada a la comunidad del petróleo a mediados de los años 1970 a través su primer paquete de software comercial, BLUEPACK. La técnica se extendió a muchos otros ámbitos de las ciencias de la tierra en la década de 1970 con la llegada de la alta velocidad de los ordenadores. Sin

embargo, no fue hasta mediados de 1980 cuando las técnicas geoestadísticas se utilizaron para cualquier medida en la industria del petróleo y desde entonces su popularidad ha crecido cada año hasta la actualidad.

La perspectiva que se quiere mostrar es la contribución que puede generar la integración de datos petrofísicos para determinar áreas prospectivas al momento de querer evaluar un reservorio con ayuda de un análisis estadístico univariable de atributos petrofísicos, topes y espesores de Fm Mugrosa por zona productora en el Campo Escuela Colorado. El fin, es estimar los valores del atributo en los lugares no muestreados. El uso de software ayuda en esa tarea pero sin embargo, no siempre se emplean de forma óptima. Los algoritmos de interpolación no son conocidos o se utilizan inapropiadamente; del buen uso y la aplicación de técnicas geoestadísticas es los que mejora notablemente las estimaciones.

El Campo Escuela Colorado se encuentra ubicada entre las coordenadas  $x=1'036.000 - 1'040.500$  este;  $y=1'238.000-1'247.500$  norte con origen Bogotá, perteneciendo así de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM) regido por la estructura de la cordillera oriental del piedemonte occidental al sur del campo la Cira-Infantas y al sureste del municipio de Barrancabermeja (Santander).

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. OBJETIVO GENERAL:

✓ Integrar mapas de topes y espesores de la Formación Mugrosa vs datos petrofísicos de las zonas (B1, B2, C1 y C2), en el área del Campo Escuela Colorado aplicando estudios variográficos para determinar áreas prospectivas.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

✓ Determinar la curva modelo con relación al comportamiento variográfico experimental para cada atributo y los respectivos valores de sill y range (meseta y rango), expresados como  $s$  y  $a$ , en los diferentes modelos teóricos.

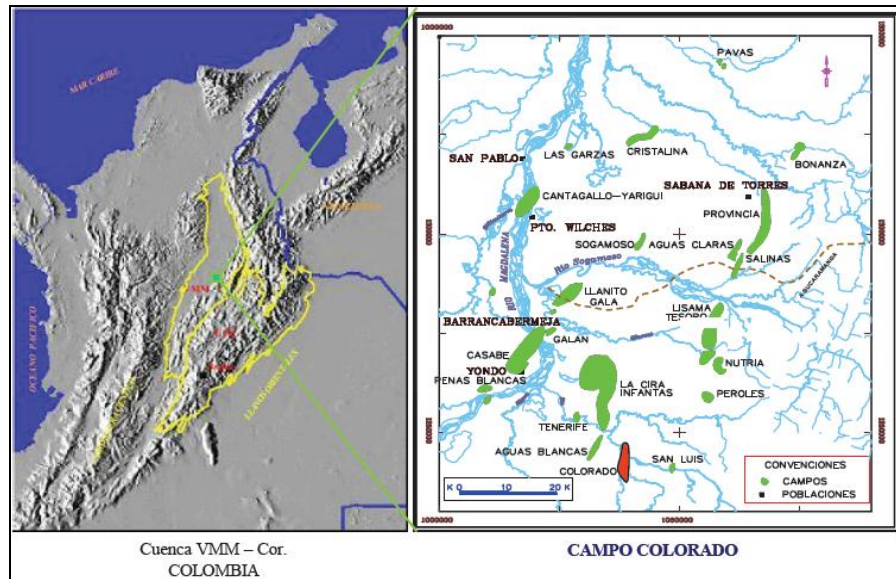
✓ Generar mapas de distribución de propiedades basados en los modelos variográficos pertinentes para el respectivo atributo y comparación con los datos reales que se tienen del campo.

✓ Interpretar el comportamiento o estructura de los atributos petrofísicos y su respectiva correlación entre los pozos de acuerdo al ambiente de depositación que presenta el campo.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Localizando el área del Campo Escuela Colorado entre las coordenadas  $X=1'036.000 - 1'040.500$  Este;  $Y=1'238.000-1'247.500$  Norte con origen Bogotá, dentro de la cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM).

**Figura 1.** – Localización del Campo Escuela Colorado.



**Fuente:** Diagnostico Estrategias de Recobro ECOPETROL-ICP, 2003.

En general la importancia de estudiar el campo yace en la alta rentabilidad y viabilidad que están generando los estudio en campos maduros como lo es este campo. El campo Escuela Colorado lo hace atractivo para determinar nuevos prospectos y aumentar así las reservas del mismo.

Hay un clásico dilema que ocurre no solo aquí si no también en la mayoría de compañías de industria del petróleo. En general los datos directos disponibles son muy pocos; como muestras tomadas del pozo y núcleos que se pudieron extraer en su momento para algunos de estos; en teoría estos son conocidos comúnmente como observaciones duras “del inglés Hard” y de las cuales se apoya fuertemente el presente estudio. Se tienen otros datos de pozos suaves o indirectos, conocido también como “observaciones soft” (como

por ejemplo registros de pozo) que pueden ser relacionados indirectamente con los datos “Hard” y de los cuales la mayoría de interpretaciones que se obtengan a partir de estos pueden estar en distintos rangos de precisión, sujetos a lo que realmente pueda ocurrir en la zona de estudio. De esta manera nuevos interrogantes y errores podrían generarse.

Teniendo en cuenta estas características y observaciones se quiere llegar a realizar predicciones sobre la Formación Mugrosa y estimar valores de las zonas productoras por métodos geoestadísticos que puedan ajustarse significativamente a la realidad. Las variables de interés que pueden ser analizadas para el Campo Escuela Colorado son, por ejemplo: la porosidad ( $P_{hier}$ ), la saturación de agua ( $S_w$ ) y los espesores de arena ( $Netpay$ ), específicamente para la formación Mugrosa. Estas variables son el producto de un gran número de complejos procesos físicos y químicos. Procesos que se superponen en un patrón espacial de las propiedades de roca reservorio; entender las escalas y los aspectos de direccionalidad de estas propiedades es de gran importancia para determinar zonas y áreas prospecto para almacenar los hidrocarburos que puede tener el campo. El componente espacial de estas variables las hace complicadas y obliga a admitir la incertidumbre acerca de su distribución entre los pozos. Dado que los modelos deterministas no manejan incertidumbres asociadas con esta clase de variables, un enfoque geoestadístico se utiliza debido a que su fundamento es la teoría probabilística que reconoce estas incertidumbres inevitables las cuales pueden ser asociadas a los diferentes tipos de ambientes donde ellas están localizadas.

La aplicación de esta técnica geoestadística se fundamentará en el análisis variográfico univariable de datos petrofísicos vs topes y espesores de la Formación Mugrosa para la determinación de áreas prospectivas para el Campo Escuela Colorado.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La situación actual del mercado energético, los altos precios de los hidrocarburos y las dificultades en encontrar nuevos yacimientos de importancia económica, hacen significativa la utilización de nuevas herramientas o innovación en la aplicación de las ya conocidas, para obtener información valiosa del subsuelo. Realizar predicciones sobre los reservorios y estimar valores en áreas por métodos geoestadísticos se ha venido utilizando hace unos pocos años.

Su fundamento es el análisis variográfico y la determinación de elipses que puedan ajustarse significativamente a la realidad de datos petrofísicos básicos de la Formación Mugrosa, como la porosidad ( $Phier$ ), la saturación de agua ( $Sw$ ) y los espesores de arena petrolífera ( $Netpay$ ); en el Campo Escuela Colorado además de su integración con los mapas de topes y espesores de Formación.

Además la importancia del variograma; que es la herramienta núcleo o corazón del proyecto al momento de querer interpolar datos o estimar valores donde no se tienen; analizar el comportamiento espacial de una propiedad sobre un área de interés y su uso para detectar e interpretar direcciones de anisotropía, zonas de influencia y su extensión (correlación espacial) al igual que su variabilidad con la distancia es de suma importancia para poder estimar e interpolar.

Se espera, con este estudio, a través de la integración de data petrofísica de 42 pozos y sus respectivos mapas de atributos para cada zona productora B1, B2, C1 y C2, aplicando el análisis univariable y la estimación para los topes-espesores de Formación Mugrosa su validación con datos de producción para la determinación de áreas prospectivas en el Campo Escuela Colorado.

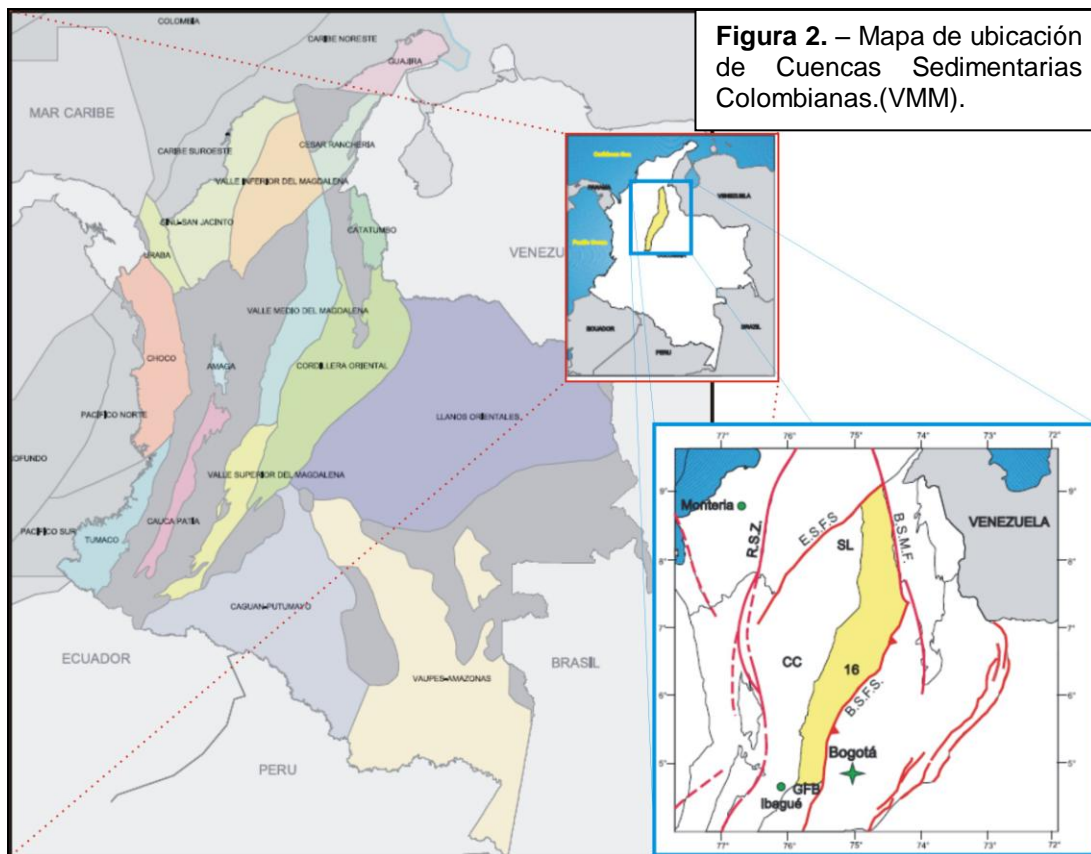
## 4. MARCO GEOLÓGICO

### 4.1. Geología Regional

#### 4.1.1. Cuenca Del Valle Medio del Magdalena (VMM)

##### 4.1.1.1. Rasgos Generales

La Cuenca del valle medio del Magdalena es una región alargada en sentido norte sur, localizada entre las cordilleras oriental y central de los andes colombianos, las cuales constituyen sus límites oriental y occidental respectivamente, su extensión aproximada es de 35.000 km<sup>2</sup>. Ver (figura 2).



**Figura 2.** – Mapa de ubicación de Cuenca Sedimentaria Colombiana.(VMM).

**Fuente:** Colombian Sedimentary Basins-ANH.

**Limites:**

**S-E:** Sistema de Falla Salina y Bituima (B.S.F.S.)

**N:** Sistema de falla Espíritu Santo (E.S.F.S)

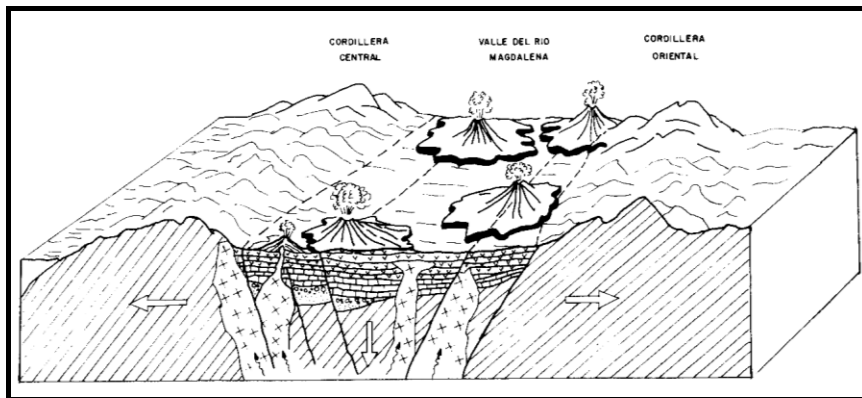
**O:** Onlap of sedimentos Neogenos sobre la Serranía de San Lucas (SL) y basamento Cordillera Central (CC).

**S:** Girardot fold belt (GFB)

**N-E:** Sistema de falla Bucaramanga-Santa Marta (B.S.M.F.)

#### 4.1.1.2. Evolución de la Cuenca

La evolución tectónica del VMM ha estado caracterizada por eventos tectónicos distensivos que tuvieron lugar en el triásico tardío y el cretáceo con algunas interrupciones, comenzando con un graben supracontinental limitado por paleofallas normales, cuya subsidencia causada por tectónica de bloques (Fabre, 1993) está ligada a la deposición de sedimentos pre-cretácicos de las formaciones Bocas, Jordán, Girón y Los Santos. A comienzos del cretáceo la distensión desencadena una regresión general hasta principios del terciario, la cual está marcada por la deposición de la formación Lisama en la misma época que ocurre el vulcanismo de la cordillera central.

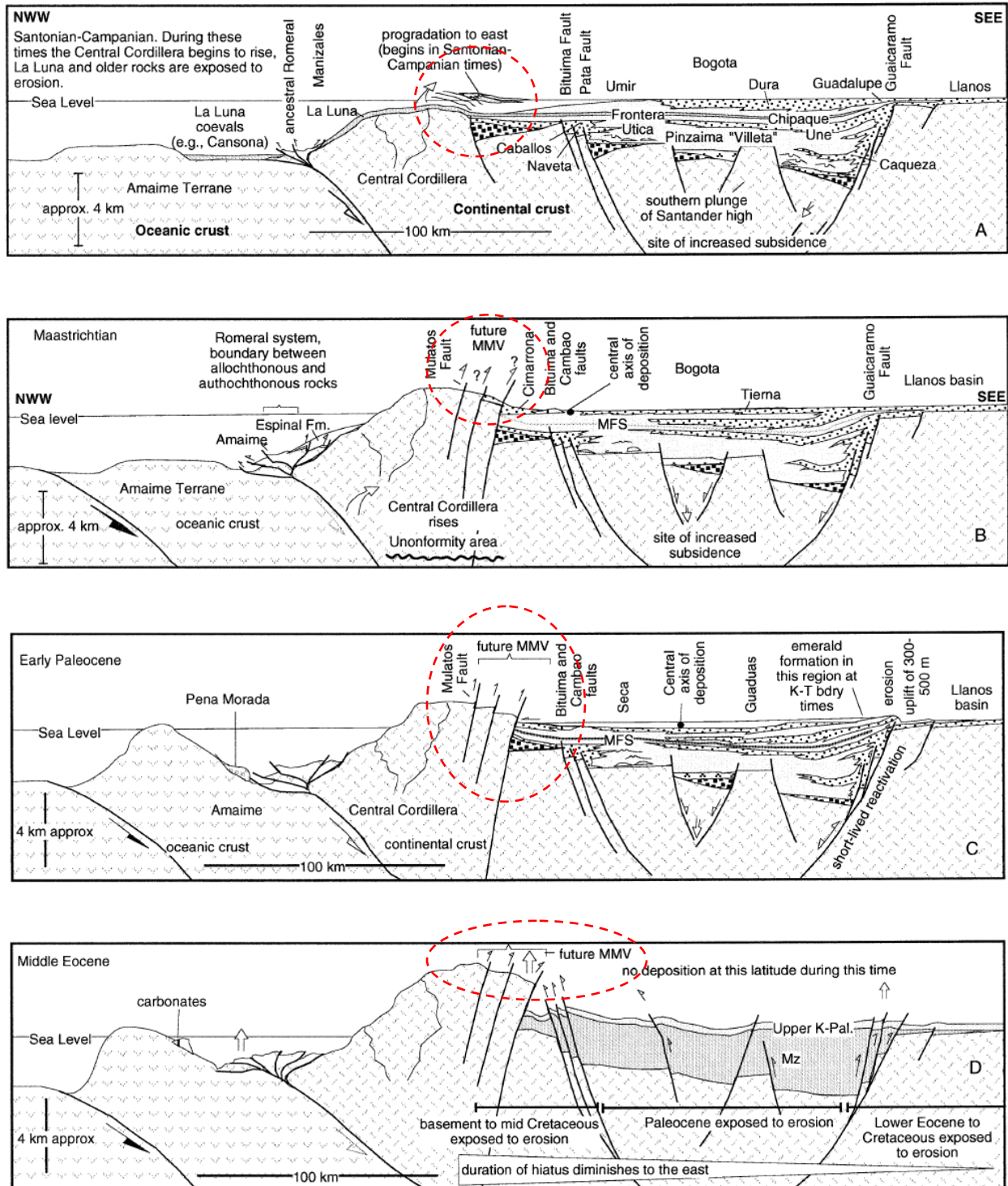


**Figura 3.** – Modelización de la tectónica distensional en el Valle del Magdalena en la región de Payande ( Modificado de Mojica y Macia, 1983 ).

**Fuente:** Evolución Geológica de Colombia –1995– Jean François TOUSSAINT

La fase tectónica compresiva de la depresión del VMM habría comenzado a formarse a finales del cretáceo e inicios del paleoceno y se extiende hasta el reciente, adquiriendo su forma actual en el mioceno (morales 1985). Durante el paleoceno medio ocurre el levantamiento del macizo de Santander-Floresta y desde el Eoceno hasta el Mioceno se depositaron las formaciones La Paz, esmeraldas, mugrosa, y colorado en ambientes continentales. Una fase de compresión mayor ocurrida durante el mioceno medio a tardío debido al levantamiento orogénico de la cordillera oriental provoca la deformación de los sedimentos hasta entonces depositados, formando una cadena plegada y fallada con vergencia al occidente.

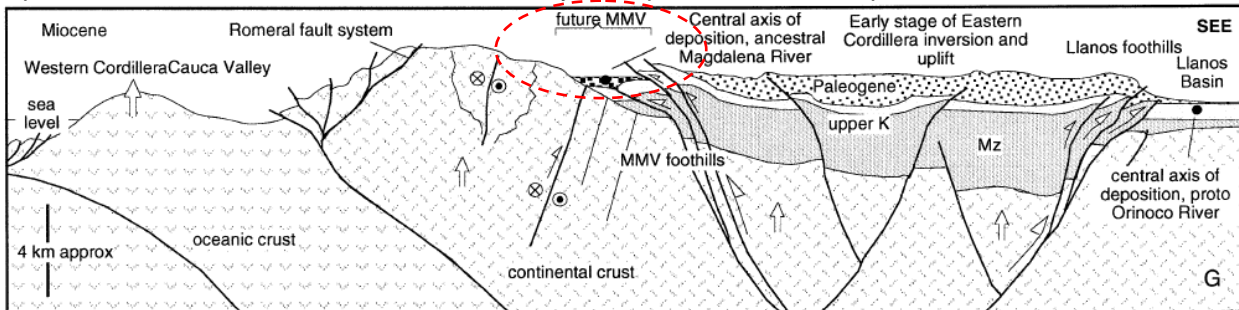
**Figura 4.** – Cortes evolutivos NWW-SEE, Involucrando la evolución Tectónica de la cuenca VMM; durante el Cretácico-Paleoceno-Eoceno, y formaciones litológicas representativas durante estos periodos.



**Fuente:** Campanian–Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and western Venezuela – Villamil 1999.

La distribución y el tipo de depósitos está fuertemente controlada por la paleotopografía que distribuye diferentes asociaciones de facies de acuerdo a su localización paleogeográfica. En los depocentros como el área de Yariguí, Cayumba y Vijagual los ciclos estratigráficos son mas espesos y contienen generalmente mayor fracción de facies arenosas de canal. Hacia los paleo-altos, como la Cristalina, Cachira (Sogamoso) y Casabe las capas terminan en “onlap” y predominan facies finas de llanura de inundación y complejos de “crevasse splay”. ICP 1999.

**Figura 5.** – Corte evolutivo NWW-SEE, durante el Mioceno y eventos de levantamientos que pudieron haber afectado la cuenca del VMM, y su depositación clástica predominante.



**Fuente:** Campanian–Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and western Venezuela – Villamil 1999.

A continuación las principales secuencias sedimentarias y correlaciones litológicas del cretácico.

**Figura 6** – Principales secuencias sedimentarias del Oriente Colombiano durante el Cretácico.

	La Guajira	Catatumbo	N. Cocuy S.	E. BOGOTA	W. Bogota	Magd. Medio	V. Leyva	V. Alto Magd.
Maestrichiano	Fm. GUARALAMAI	CATATUMBO Fm. MITO JUAN		Gp. GUADALUPE	MONSERRATE PLANERS RAIZAL	Fm. UMIR	Gp. GUADALUPE	Fm. LA TABLA LUTITAS Y ARENAS Gp. OLINI
Campaniano		Fm. COLON						
Santoniano								
Coniaciano	Fm. LA LUNA	Fm. LA LUNA		Fm. CHIPAQUE	Fm. CONEJO	Fm. LA LUNA	CONEJO	Fm. LOMA GORDA
Turoniano								
Cenomaniano		Fm. SALTO	Fm. CAPACHO		LA FRONTERA SIMIJACA	SALTO	SAN RAFAEL	Fm. HONDITA
Albiano	Gp. COGOLLO	Fm. AGUARDIENTE		Fm. UNE	HILO	SIMITI	CHURUVITA	CABALLOS
Aptiano		Fm. TIBU	APON	Fm. FOMEQUE	LUTITAS b SOCOTA	TABLAZO	SAN GIL	YAVI
Barremiano	Fm. YURUMA				TRINCHERAS	PAJA	PAJA	
Hauteriviano	Fm. MOINA		Fm. RIO NEGRO					
Valanginiano	Fm. PALANZ		ARENISCAS LAS JUNTA	Gp. CAQUEZA	Gp. CAQUEZA	ROSABLANCA	RITOQUE R. BLANCA	
Berriasiano	Fm. KESIMA		MACANAL			TAMBOR ARCABUCO	ARCABUCO	

**Fuente:** Evolución Geológica de Colombia –1995– Jean François TOUSSAINT.

## 4.2. Geología Local

### 4.2.1. Campo Escuela Colorado-VMM-

La secuencia sedimentaria del Terciario en el Campo Colorado corresponde al intervalo Paleoceno–Reciente. Las rocas sedimentarias son predominantemente de origen continental y fueron depositadas en una cuenca de antepaís. Posteriormente y hasta el Reciente la deposición se dio en una cuenca intermontaña como parte de un cinturón deformado, producto del levantamiento de las Cordilleras Central y Oriental, como respuesta a las colisiones de la Cordillera Occidental y el Arco de Panamá con el Occidente y Noroccidente de Colombia (Barrero, 1979, Colleta et al., 1990; Dengo & Covey, 1993; Cooper et al., 1995).

PERIODO	EPOCA	FORMACION	LITOLOGIA	
CUATERN	PLEISTOCENO	MESA		
	PLIOCENO			
TERCIARIO	MIOCENO	REAL		
		COLORADO		
	OLIGOCENO	MUGROSA		
		ESMERALDAS		
	EOCENO	LA PAZ		
	DISCORDANCIA EOCENO-PALEOCENO			
	PALEOCENO	LISAMA		
	CRETACEO	MAESTRICHTIANO	UMIR	
		CAMPANIANO		
		SANTONIANO	LA LUNA	
CONIACIANO				
TURONIANO				
CENOMANIANO				
ALBIANO		SIMITI		
APTIANO		TABLAZO		
BARREMIANO		PAJA		
		ROSABLANCA		
VALANGINIANO	TAMBOR			
JURASICO		GIRON		
PREMESOZOICO		BASAMENTO		

Figura 7. – Columna estratigráfica generalizada de la cuenca del VMM.

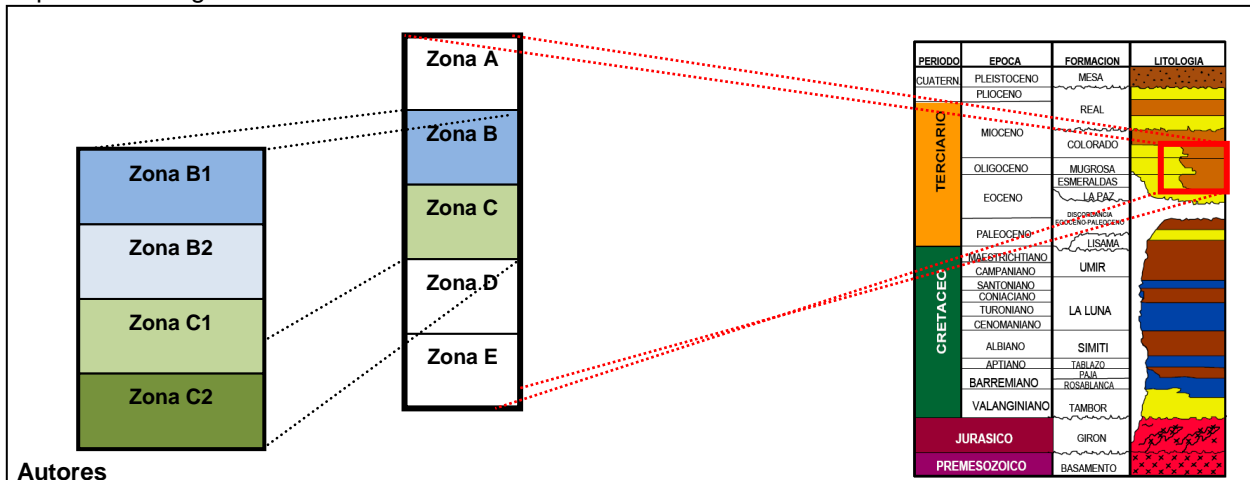
Fuente: Ecopetrol-ICP, 2007.

#### 4.2.1.1. Estratigrafía –Terciario–

La secuencia estratigráfica del VMM fue inicialmente descrita por Morales et al. (1958) y modificada por Etayo et al. (1958). Abarca edades desde el Jurásico tardío hasta el Reciente Ver (figura 7). Los alcances de este estudio son específicamente la unidad productora correspondiente a la sección del Terciario de la Formación Mugrosa.

Para el Terciario la estratigrafía y las zonas productoras respectivas de base a techo corresponde a las formaciones Lisama, La Paz (Zona E), Esmeraldas (Zona D), **Mugrosa (Zonas B y C)**, Colorado (Zona A), además del Grupo Real y el Grupo Mesa. Las Zonas D y E corresponden la primera depositación netamente continental en la cuenca, posterior al predominio marino en el Cretáceo. Las formaciones Colorado, Mugrosa y Esmeraldas constituyen las principales unidades almacenadoras de hidrocarburos en el VMM, las cuales han sido probadas en diferentes campos a través de la cuenca.

**Figura 8.** – Columna estratigráfica generalizada; zonas productoras y Sub-zonas seleccionadas para estudio geoestadístico.



La base de estas zonas productoras la marca una discordancia del Eoceno-Paleoceno entre las formaciones Lisama y La Paz. La descripción litológica para esas formaciones que hacen parte de las zonas productoras se describe a continuación.

- **Formación Lisama (Paleoceno)**

Las rocas del Paleoceno en el VMM están representadas por la denominada Formación Lisama, la cual se depositó en respuesta al cambio desde condiciones marinas (Formación Umir) a deltaicas, generando una secuencia regresiva de lodolitas y areniscas de grano fino a

medio. Para Barrero (1979) los sedimentos clásticos finogranulares del Cretáceo tardío al Paleoceno representados en el VMM por las Formaciones La Luna, Lisama y Umir, fueron acumulados durante un ciclo transgresivo–regresivo en una cuenca sometida a subsidencia térmica y levantada posteriormente por la acreción de la Cordillera Occidental. El límite superior de la Formación Lisama está marcado por la discordancia angular del Eoceno medio. Las unidades que descansan sobre esta discordancia son variables a través de todo el VMM.

- **Formación La Paz (Eoceno medio)**

La Formación La Paz está constituida por areniscas de grano grueso a conglomeráticas depositadas en sistemas fluviales trenzados<sup>1</sup> a meándricos de baja sinuosidad<sup>2</sup>. La edad de esta formación se estima Eoceno tardío y su espesor puede alcanzar hasta los 2.000 pies<sup>3</sup>. Las áreas fuente de sedimentos para la Formación La Paz fueron la Cordillera Central, el Paleomacizo de Santander y el Paleo-alto de Sogamoso.

- **Formación Esmeraldas (Eoceno tardío)**

La Formación Esmeraldas se encuentra suprayaciendo la Formación La Paz y abarca la mayor parte del Eoceno tardío, con un espesor que puede alcanzar unos 1.500 pies. Litológicamente está compuesta de espesos intervalos de lodolitas y limolitas oscuras con delgados mantos de carbón depositados en ríos meándricos (Rubiano, 1995); el límite de la Formación Esmeraldas esta dado por un nivel rico en moluscos de agua dulce y palinomorfos denominado “Horizonte Fosilífero Los Corros”.

- **Formación Mugrosa (Oligoceno – Mioceno inferior)**

La Formación Mugrosa tiene un espesor que varía desde 1.900 a 2.400 pies y está compuesta por intercalaciones de areniscas de grano fino y lodolitas varicoloreadas, acumuladas dentro de un ambiente de sistemas de ríos meándricos (Rubiano, 1995). Para Suárez (1996), ésta formación corresponde a la denominada tectonosecuencia 2 cuyo tope esta marcado por un nivel arcilloso rico en fósiles de agua dulce, restos de reptiles, peces y mamíferos que se conoce como el “Horizonte fosilífero de Mugrosa”.

- **Formación Colorado (Mioceno inferior a Mioceno medio)**

La Formación Colorado presenta un espesor de hasta 3.200 pies en el sector de los pozos Sogamoso–1 y El Dorado–1 (Campo Sogamoso hacia el norte del Campo Colorado). Está

conformada por una serie de lodolitas masivas con intercalaciones de areniscas de grano fino a grueso de origen aparentemente fluvial, con presencia de barras puntuales y longitudinales (De La Cruz, 1988). Esta secuencia corresponde a la tectonosecuencia 3 de Suárez (1996), cuyo tope está marcado por la aparición de un nivel de lutitas carbonáceas y fosilíferas de edad Mioceno medio, conocido como “La Cira Shale”.

- **Formación Real (Mioceno medio – Mioceno superior)**

La Formación Real está constituida principalmente por conglomerados y areniscas de grano grueso con intercalaciones de arcillolitas varicoloreadas depositadas en ambientes continentales.

#### 4.2.1.2. Características del Entrampamiento

Existen dos tipos principales de trampas:

**Estructural – Estratigráfico:** son las más comunes en la Formación Mugrosa y en zonas donde pueden conseguirse canales meandriformes cortados por fallas, donde el entrampamiento lateral viene dado por acuñamiento de la arena. En el Campo Colorado la Formación Mugrosa corresponde un ambiente de depositación de ríos meandriformes, con marcada migración lateral del cauce, de mediana sinuosidad, con presencia de barras alternantes (García A. & Fonseca C., 2009).

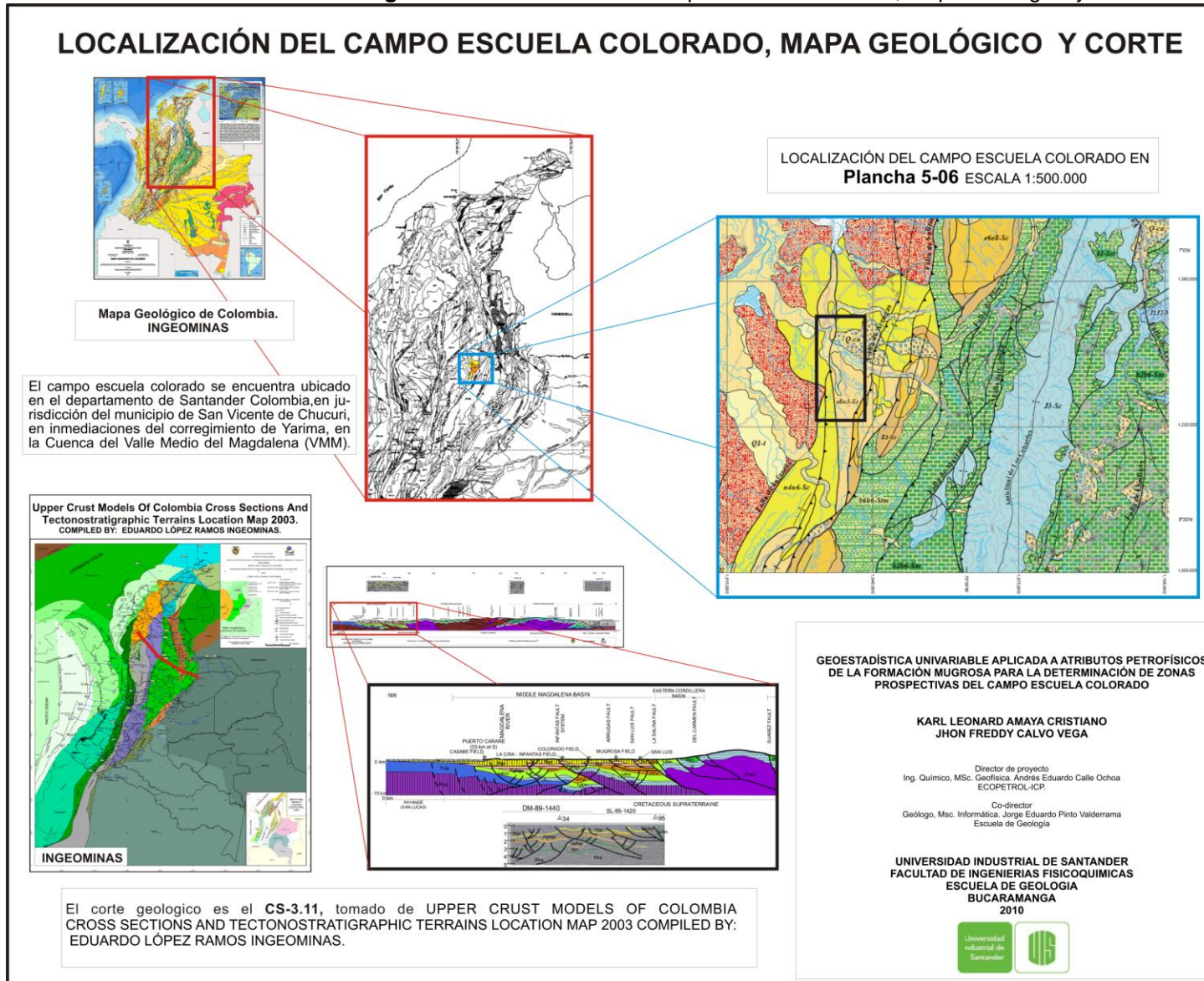
**Estructural:** La estructura del Campo Colorado está conformada por un anticlinal asimétrico; este tipo de trampas es característico de la mayoría de campos petrolíferos y además donde sus arenas masivas requieren que sus yacimientos sean controlados estructuralmente, por fallas.

Las trampas netamente de tipo Estratigráfico, representan un tercer tipo que entraría en discusión; no muy común, pero que podría presentar la Formación Mugrosa. “Repetitiva presencia de “crevasse splay” y “crevasse channel”, donde el desarrollo de paleosuelos es poco, pero la construcción de depósitos de llanura de la inundación es fuerte. (García A. & Fonseca C., 2009).

### 4.3. Descripción del Área de Estudio.

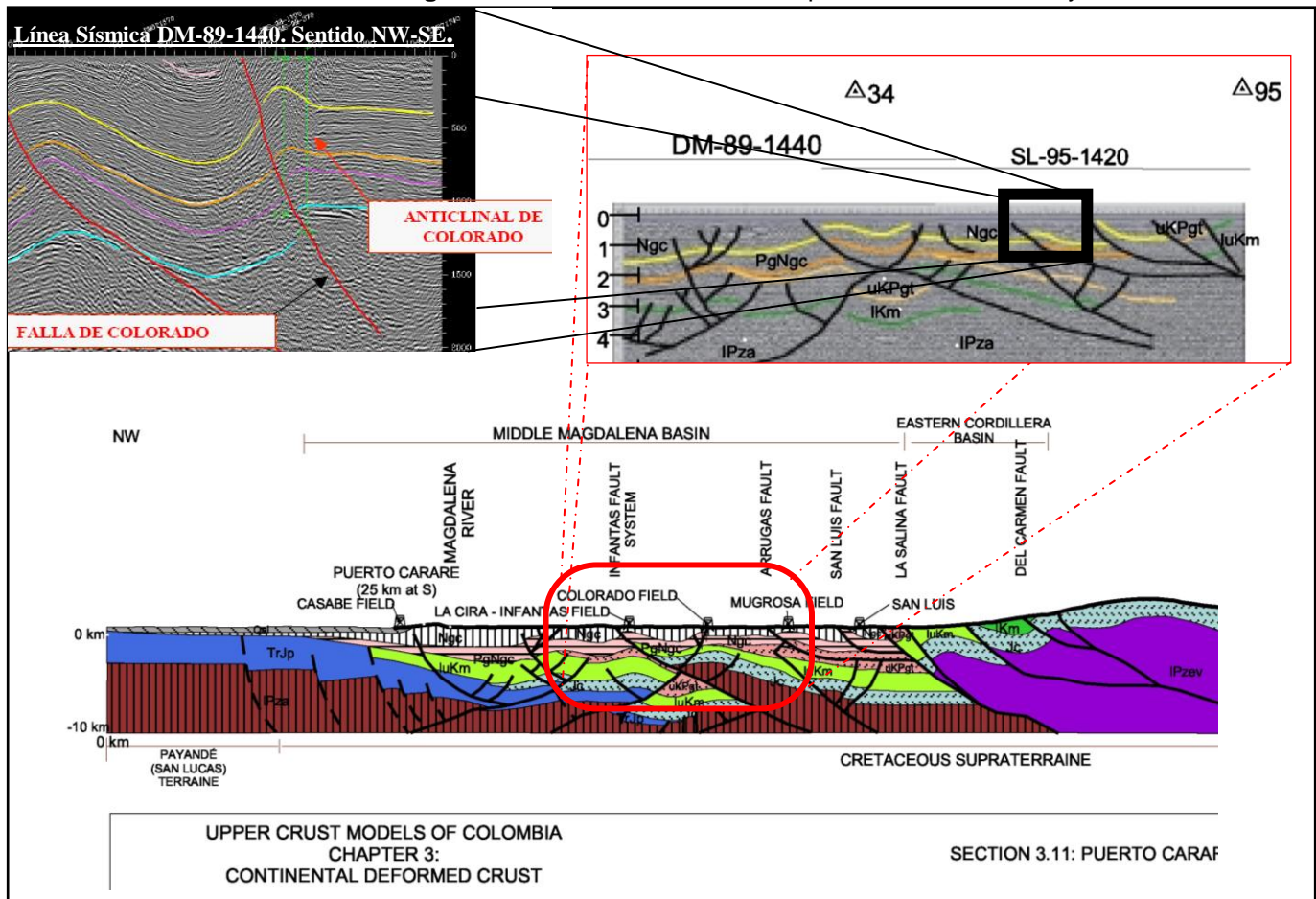
#### 4.3.1. Ubicación

Figura 9. –Localización del Campo Escuela Colorado, Mapa Geológico y Corte.



### 4.3.2. Descripción Estructural

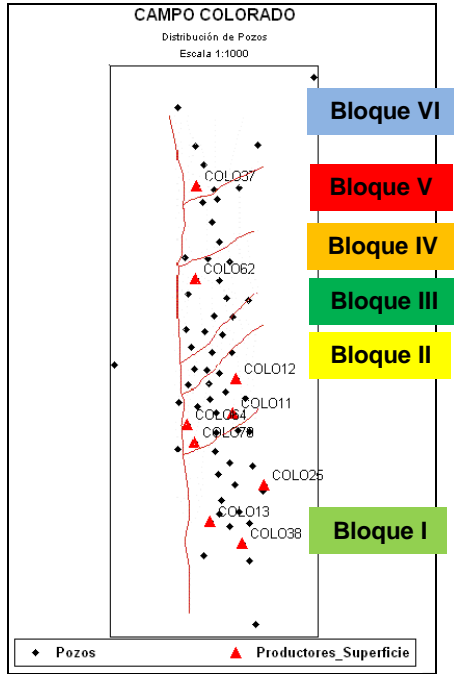
Figura 10. –Líneas Sísmicas e interpretación del anticlinal y Falla Colorado.



Autores.

La estructura del Campo Colorado está conformada por un anticlinal asimétrico, cuyo flanco más extenso buza al oriente y el más corto hacia el occidente con inclinaciones entre 25 a 45°, con eje N-S y cabeceo hacia el norte, ubicado en el bloque colgante de una falla inversa homotética en sentido N-S y buzamiento al Este denominada como la Falla de Colorado. Ver (figura 8). Esta estructura fue definida principalmente a partir de la correlación de registros de pozo, identificándose un sistema de fallas satélite SW–NE en el bloque colgante de la Falla de Colorado; 6 fallas de tipo inverso y una normal que evidencia relajación del sistema de esfuerzos compresivos dominante, hacia el norte de la estructura. De la sísmica disponible del área cercana al campo se infiere una geometría anticlinal que corresponde a interpretaciones anteriores al presente estudio (Valencia y Castro, 1979). La interpretación de fallas satélites del Campo Escuela Colorado se muestra en la figura 11.

**Figura 11.** –Interpretación de fallas satélites del Campo Escuela Colorado y división por bloques I, II, III, IV, V y VI.



Autores.

El anticlinal de Colorado está dividido en siete bloques por fallas locales en sentido W-E y SW-NE. De sur a norte en este trabajo se denominan los Bloques I, II, III y IV están limitados por fallas inversas con buzamiento hacia el sur, cabalgándose unos a otros hacia el norte, de tal forma que el Bloque I esta mas alto y el Bloque IV más bajo. Este último está limitado al norte por una falla inversa que buza hacia el norte y que lo separa del Bloque V, el cual a su vez está limitado por una falla normal que buza hacia el norte y que lo separa del Bloque VI en la parte norte del campo. Ver (figura 11).

### 4.3.3. Sedimentación y Facies

- **Litofacies Gci, Gmm, Gmg.**

(Gravas en gradación Inversa, en gradación normal o masivas. grano-soportadas o matriz-soportadas). Las litofacies de gravas de la Formación Mugrosa indican un comportamiento del flujo que va de turbulento a laminar. Siempre están asociadas, el tamaño de los granos entre gravas de 4 mm hasta gravas de 8 mm, y espesor menores de cuatro pies, hacia la base de la Formación Mugrosa, donde además abundan las areniscas masivas conglomeráticas.

Fuente: García M. Jerson A. y Fonseca S. Cripín A., 2009.

**Figura 12.** – Litofacies encontradas en la Formación Mugrosa, Modificado del código litofacial de Miall,1996.

Código	Facies	Estructura sedimentaria
Gci	Grava clasto sostén	Gradación inversa
Gmm	Grava Matriz	Gradación normal
Gmg	sostén	Masiva
St	Arenisca fina a muy gruesa, puede ser guijarrosa	Estratos cruzados en artesa, individuales o agrupados
Sp	Arenisca fina a muy gruesa, puede ser guijarrosa	Estratos cruzados tabulares planares, individuales y agrupados
Sm	Arenisca fina a gruesa	Maciza o pobremente laminada
Sr	Limolitas hasta arenisca gruesa	Laminación cruzada ondulítica
Fl	Arenisca, limolita,	Laminación fina, ondulitas muy
Fsm	arcillolita	pequeñas Maciza
Fr	Arcillolita, limolita	Maciza, raíces, bioturbación

- **Litofacies St, Sp, Sm, Sr.**

(St); Areniscas en estratificación interna en artesas. Las artesas de la Formación Mugrosa se presentan areniscas de grano fino a grano grueso, Algunos guijarros pueden estar presentes a la base de los estratos representando “lag” de arenas pobremente sorteadas, a veces con intraclastos de limolitas o arcillas a la base de las artesas. En la Formación Mugrosa las artesas se presentan agrupadas a veces “sets” solitarios son observados sobre los planos de la laminación.

(Sp); Areniscas con estratificación cruzada plana. Esta litofacies se forma por el transporte de arenas que pasan por encima del flanco superior de las “*bedform*”, ya sea por tracción o por suspensión que se depositan al final de su cresta en el punto de separación del flujo. Las superficies superiores e inferiores de esta litofacies siempre son planas y tienen poca evidencia de erosión. Los granos de arena siempre tienen una muy buena selección entre un rango de tamaño de grano *medio a grueso*.

(Sr); Areniscas con “*ripples*” y ondulitas. En la Formación Mugrosa esta litofacies representa a toda la variedad de tipos de “*ripples*” asimétricos (Miall, 1996). El rango de tamaño de grano va de medio a muy fino. El desarrollo de “*ripples*” ocurre a bajas velocidades de flujo (< 1 m/s), y son muy sensibles a cambios en las condiciones del flujo (Miall, 1996).

(Sm); Arenisca masiva. Esta litofacies en la Formación Mugrosa se mueve en un rango de areniscas de grano muy fino hasta las de grano muy grueso. De tal forma que esta litofacies puede encontrarse (1) como una arenisca conglomerática de grano medio a grueso, representa regímenes altos del flujo; (2) como una arenisca en gradación normal que se mueve en un rango de areniscas de grano muy fino a grueso; (3) como una areniscas de mal calibrado o con una débil gradación inversa, representando cambios repentinos del flujo, como ocurre en los desbordes; (4) como una arenisca masiva y de buen calibrado, pero con granos finos a muy finos, representado los rellenos de canal o canal abandonados. En los dos últimos casos es bastante común encontrar a esta litofacies bioturbada en su techo. Cada una de las configuraciones mencionadas anteriormente se presenta en determinadas asociaciones de facies. (Según García M. Jerson A. y Fonseca S. Cripín A., 2009.)

- **Litofacies FI, Fsm, Fr.**

(FI); Laminated Sand, Silt and Mud. En la Formación Mugrosa la facies FI puede formar “ripples” u ondulitas, que pueden ser areniscas de grano muy fino, limolitas, limolitas arcillosas o limolitas arenosas. En esta facies es frecuente la presencia de bioturbación diseminada, marcas de raíces y diseminación de cristales de yeso. Esta litofacies es frecuentemente encontrada al interior de las litofacies Sr, St y Sm con espesores muy discretos que van de 1 a 20 centímetros formando intercalaciones e indicando corrientes de tracción en el “floodplain”.

(Fsm); *Siltstone*, *Claystone*. La litofacies Fsm representa a un depósito de “floodplain” relativamente distal a las fuentes clásticas. En la práctica, la ausencia de capas delgadas de arenisca en una sucesión heterogénea de grano fino puede ser difícil de observar, y la distinción entre FI y Fsm es entonces difícil o arbitraria (Miall, 1996), luego la agrupación de las litofacies FI y FSM se trabajaron indistintamente según (García M. Jerson A. y Fonseca S. Cripín A., 2009).

(Fr); Esta litofacies representa el desarrollo de suelos en un clima húmedo. La litología obedece principalmente a lodolitas, pero también se presenta en arenitas; Esta litofacies es el resultado de la destrucción de otras facies, es decir, la estratificación primaria tiende estar presente pero perturbada o destruida por el emplazamiento de raíces bioturbación por trazas de fósiles que dan a las capas una apariencia moteada o desordenada.

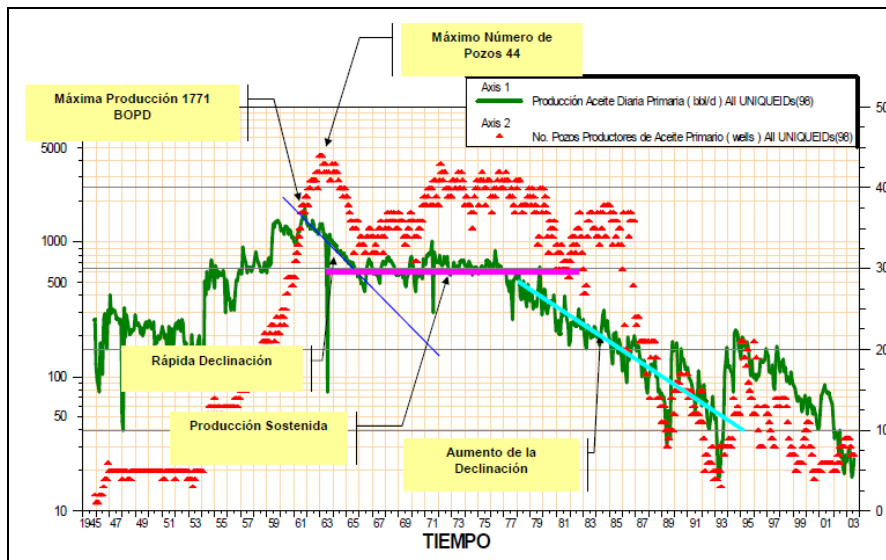
La descripción de estas litofacies fueron interpretadas en la Tesis de García M. Jerson A. y Fonseca S. Cripín A., 2009). *Modelo Sedimentológico Y Estratigráfico De La Formación Mugrosa En El Campo Escuela – Colorado*.

#### **4.3.4. Historia de Producción**

La primera fase de exploración realizada en el campo se efectuó entre los años 1923 a 1932 tiempo en el cual se perforaron 7 pozos la mayoría presentando problemas mecánicos, hacia 1945 la compañía TROPICO empieza con la perforación de 8 pozos con los cuales se realizaron pruebas que arrojaron resultados alentadores. Entre los años de 1953 a 1964 Ecopetrol fue el encargado de desarrollar completamente el campo, mediante la perforación de 60 pozos que se sumaron a los anteriores para un total de 75 pozos.

La máxima producción alcanzada por el campo colorado ocurrió en noviembre de 1961 con 1771 BOPD, el máximo de pozos activos ocurrió en 1963 con un total de 44 pozos en funcionamiento con extracción de aceite primario, hacia 1966 cayó a los 430 BOPD. sin embargo hasta el año 1976 se mantuvo una producción que promedio los 697 BOPD, a partir de esta fecha comenzó un aumento considerable de la declinación pasando de los 692 BOPD en junio de 1976 a 47 en junio de 1989. se han llevado trabajos de workover recuperando la producción del área, sin embargo los problemas mecánicos presentados, como también la acumulación de parafinas hacen que rápidamente decline sin tener buenos resultados. Ver (figura 13).

**Figura 13.** – Historia de producción del Campo Escuela Colorado



**Fuente:** Informe final 2003; Campo Escuela Colorado.

Desde junio del 2006 el Campo Colorado fue entregado por Ecopetrol a la Universidad Industrial de Santander con el fin de desarrollar trabajos de orden investigativo aportando conocimiento y tecnología, actualmente se desarrollan trabajos orientados hacia el soporte de la parte operacional realizando estudios como: estudio del comportamiento de las parafinas, caracterización de fluidos (PVT) caracterización petrofísica, análisis de presiones, optimización de producción, caracterización estratigráfica, análisis geoquímica, con un solo objetivo optimizar y aumentar la producción del campo colorado mejorando las condiciones actuales generando nuevas oportunidades tanto económicas como sociales.

## 5. ASPECTOS TEORICOS

En cualquier tiempo geológico la situación geográfica y las condiciones ambientales de un ambiente sedimentario determinan la naturaleza de los sedimentos que se acumulan. Por consiguiente a partir del estudio sedimentario de rocas antiguas se puede reconstruir el ambiente sedimentario en el cual fueron depositadas.

La interpretación del ambiente de sedimentación que hay en el Campo Escuela Colorado de La Formación Mugrosa se fundamenta según, *García M. Jerson A. y Fonseca S. Cripín A., 2009*, en que la Fm. Mugrosa tiene un promedio entre 10% y 15% de facies de Canal, el porcentaje restante del registro rocoso corresponde a las facies de llanura de inundación, dentro de las que se ubican tanto los finos de llanura de inundación como los depósitos de desborde. Tales porcentajes no permiten ubicar a la Formación Mugrosa dentro de un sistema de ríos tranzados, los cuales se caracterizan por contener un porcentaje superior al 50% de facies de canal. Los espesores de los cuerpos arenosos no superan los 30 pies de espesor y sus paleosuelos no están bien desarrollados y no superan los 5 pies, por lo que tampoco encajaría dentro de las características de un sistema de ríos anastomosados. En cambio, las características mencionadas anteriormente enmarcan un tipo característico de depositación producto de ríos meandriformes, tal como afirmaron autores como Ramón and Cross (1997) y Gómez (2005).

La descripción teórica en este apartado mencionaremos solo ambientes sedimentarios fluviales haciendo especial enfoque a los de este tipo dominado por ríos meandriformes, conceptos petrofísicos y el fundamento geoestadístico del presente estudio.

### 5.1. Ambientes Sedimentarios.

Un ambiente deposicional o ambiente sedimentario es simplemente una región donde se acumulan los sedimentos. Cada lugar se caracteriza por una combinación particular de procesos geológicos (procesos sedimentarios) y condiciones ambientales (físicas, químicas y biológicas) que la diferencian de zonas adyacentes. Algunos sedimentos, como los sedimentos químicos que precipitan en cuerpos acuáticos, son únicamente el producto de su ambiente sedimentario. Es decir, los minerales que los componen se originaron y se depositaron en el mismo lugar. Otros sedimentos se forman lejos del lugar donde se acumulan.

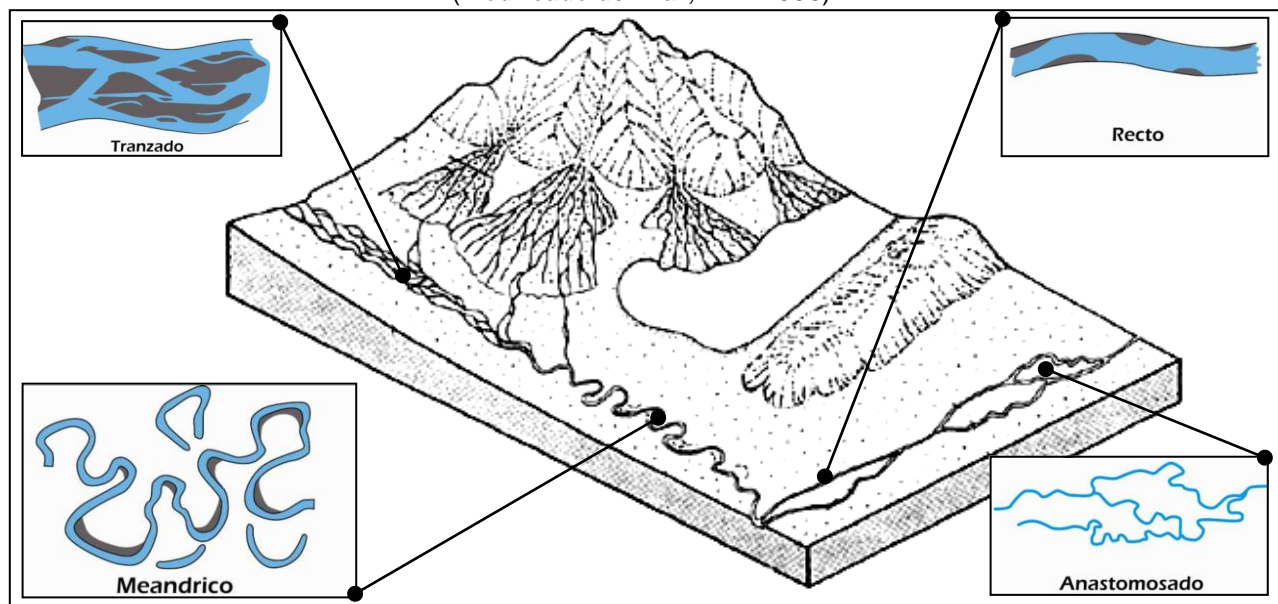
Estos materiales son transportados a grandes distancias de su origen por una combinación de gravedad, agua, viento y hielo.

### 5.1.1. Ambiente Fluvial

Las corrientes son el agente dominante de la alteración del paisaje, erosionando más tierra y transportando y depositando más sedimentos que cualquier otro proceso. Además de los depósitos fluviales, se depositan grandes cantidades de sedimentos cuando las crecidas periódicas inundan valles amplios y llanos, denominados llanura de inundación. Donde emergen corrientes rápidas de área montañosa hacia una superficie mas llana, se forma una acumulación sedimentaria en forma de cono inconfundible conocida como abanico aluvial.

**Figura 14.** – Ambientes sedimentarios fluviales y sus respectivos dominios de deposición de canal.

(Modificado de Miall, A.D. 1996)

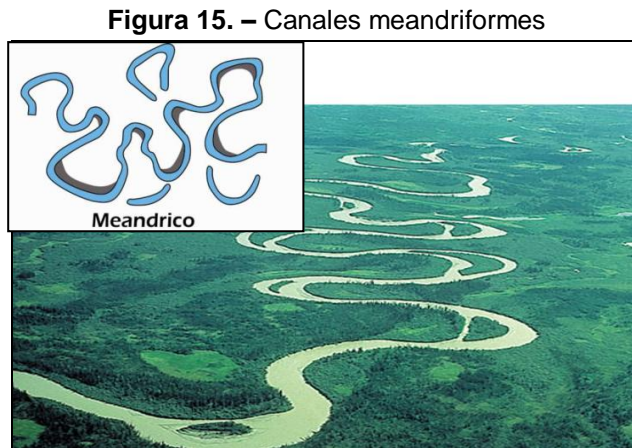


**Autores.**

Los sistemas fluviales y sus depósitos están constituidos por sedimentos que se acumulan a partir de la actividad de los ríos y los procesos de deslizamiento por gravedad asociados. Aunque estos depósitos se están generando actualmente bajo una gran diversidad de condiciones climáticas, desde desérticas hasta glaciales, se reconocen cuatro sistemas fluviales bien definidos: (1) sistema de río rectos (straight), (2) sistema de ríos trenzados (braided), (3) sistema de ríos meándricos (meandering), y (4) sistema de ríos anastomosados (anastomosing). Ver figura 14.

### 5.1.1.1. Canales Meandriiformes

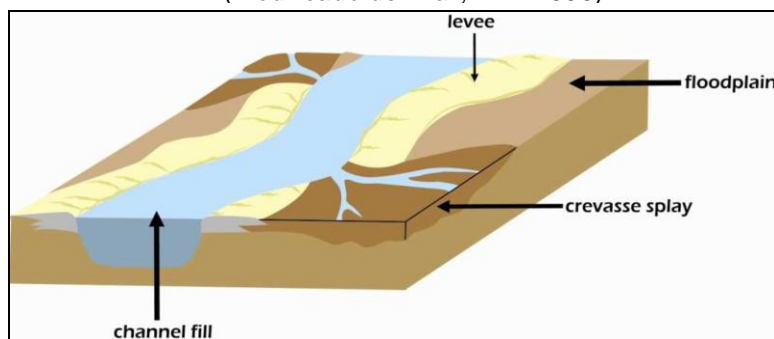
Los canales meandriiformes (figura 15) son típicos de sectores con pendientes menores ( $<1^\circ$ ) como planicies aluviales. Transportan material principalmente pelítico en suspensión y arenoso-gravoso como carga de fondo. Son activos permanentemente y presentan un canal principal muy sinuoso. Estos canales migran lateralmente por erosión y depositación en los sectores de mayor curvatura. Están limitados por planicies de inundación pelíticas cohesivas. Durante las inundaciones periódicas el canal se desborda depositando en las márgenes material arenoso-limoso (albardones) y en las planicies de inundación material pelítico. La ciclicidad de este tipo de procesos resulta en secuencias con marcada gradación vertical normal.



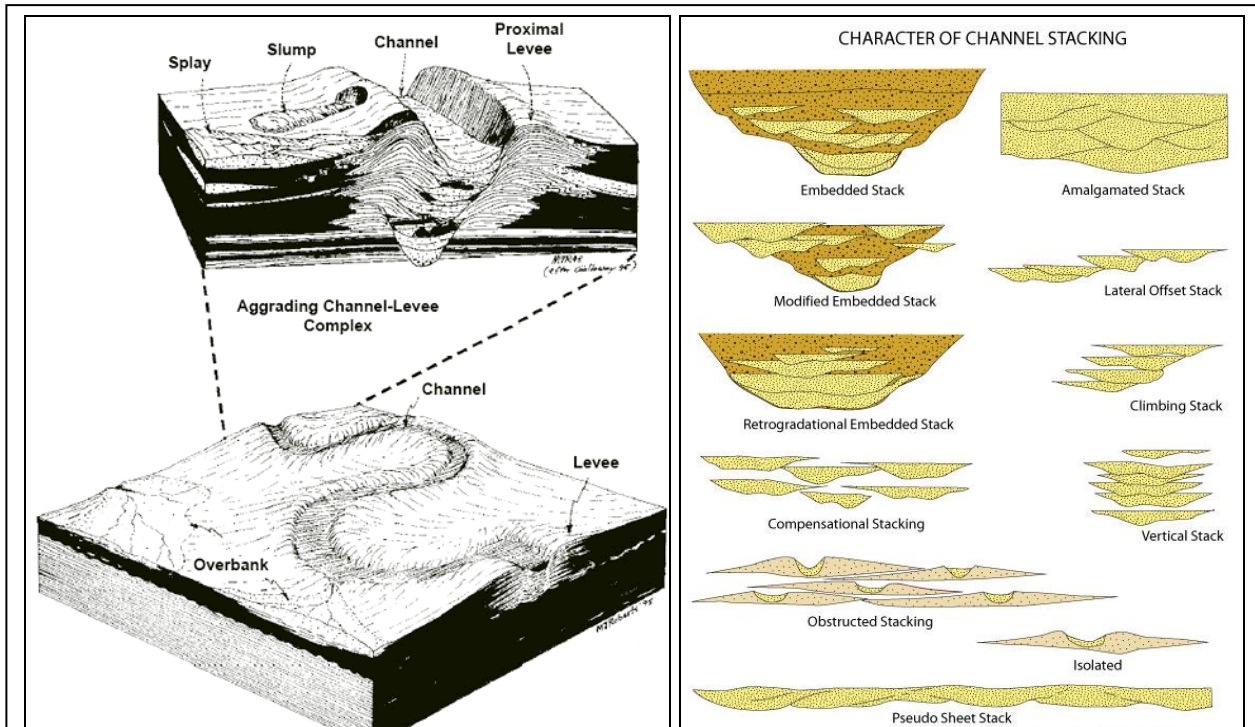
Autores.

Dependiendo de cada tipo de sistema fluvial se preserva una configuración arquitectural específica de los depósitos asociados a cada uno de estos sistemas fluviales respectivamente; estos depósitos de tipo fluvial representan el registro preservado más importante de uno de los principales ambientes continentales. Ver figuras 16(a) y 16(b).

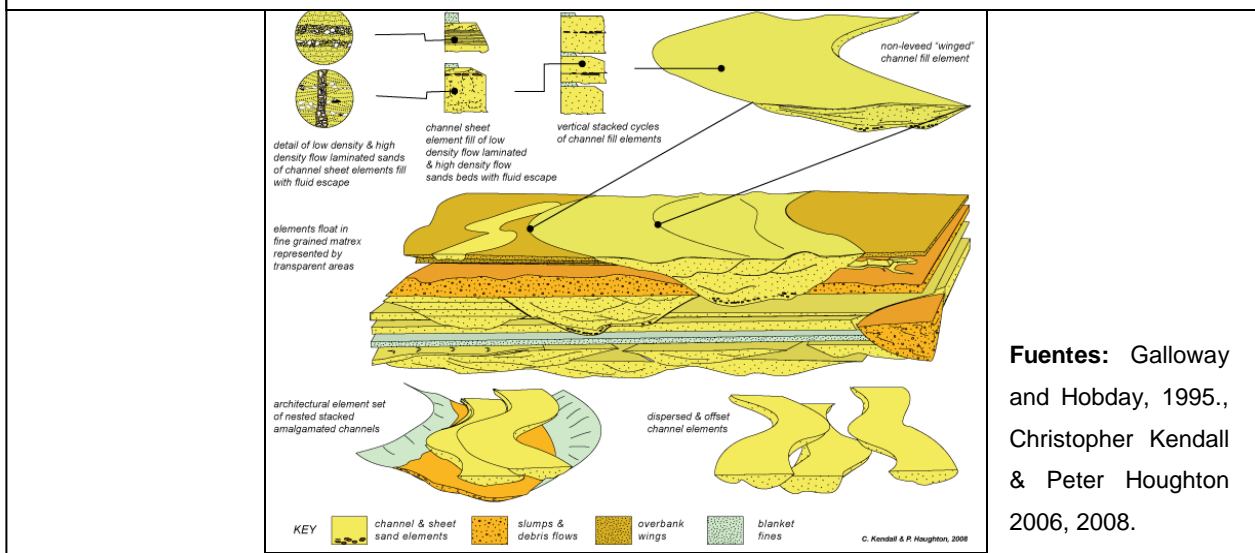
**Figura 16. – (a)** Expresión morfológica de un Crevasse Splay y el natural Levee en un sistema fluvial. (Modificado de Miall, A.D. 1996)



Fuente: Gomez, Ricardo A. y Rojas Jaime M., 2008



**Figura 16. –(b)** Expresión morfológica, características de deposición y componentes arquitecturales en un sistema fluvial.



**Fuentes:** Galloway and Hobday, 1995., Christopher Kendall & Peter Houghton 2006, 2008.

El modelo de deposición para la Formación Mugrosa según, *García M. Jerson A. y Fonseca S. Cripín A., 2009*; describen en el área encerrada entre el anticlinal de Infantas, el pozo T32 y el Campo Colorado como un ambiente de deposición de ríos meandriformes, con marcada migración lateral del cauce, de mediana sinuosidad, con presencia de barras alternantes, repetitiva presencia de “crevasse splay” y “crevasse channel”, donde el desarrollo de paleosuelos es poco, pero la construcción de depósitos de llanura de la inundación es fuerte.

## 5.2. Petrofísica

### 5.2.1. Porosidad

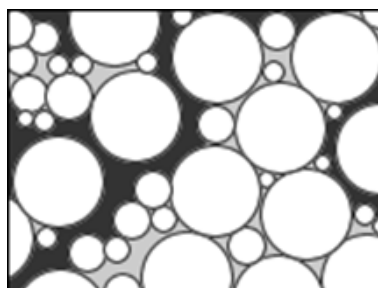
La porosidad de una roca puede ser clasificada de dos maneras: según su origen y según la comunicación de sus poros. De acuerdo a su origen, la porosidad puede ser clasificada en primaria o intergranular y secundaria o inducida. La porosidad primaria o intergranular es aquella que se origina durante el proceso de deposición de material que da origen a la roca. Por otra parte la porosidad secundaria es aquella que se origina por algunos procesos naturales o artificiales posteriores al momento en el cual los sedimentos que dieron origen a la roca fueron depositados. En general las rocas con porosidad primaria presentan características más uniformes que aquellas que presentan parte de su porosidad secundaria o inducida. Algunos procesos que dan origen a la porosidad secundaria de una roca son: la disolución, las fracturas y la dolomitización.

Según la comunicación de sus poros, debido a que el material cementante puede sellar algunos poros de la roca, aislándolos del resto del volumen poroso, los poros se pueden encontrar unidos entre sí, o aislados. Dependiendo de como sea la comunicación de estos poros, la porosidad se puede clasificar de la siguiente manera:

- Total o Absoluta
- Interconectada o efectiva
- No interconectada o no efectiva

La porosidad total o absoluta de una roca se define como la fracción del volumen total de la misma que no esta ocupada por matriz; la (figura 17) muestra los espacios negros como los poros de la roca y los círculos blancos el armazón de la misma.

**Figura 17.** –Distribución de poros en una roca



### 5.2.3. Saturación de Agua

La saturación de un medio poroso con respecto a un fluido se define como la fracción del volumen poroso de una roca que esta ocupada por dicho fluido.

$$S_x = V_x / V_t$$

Donde:

$S_x$  = Saturación de la fase X.

$V_x$  = Volumen que ocupa la fase X.

$V_t$  = Volumen poroso total de la roca.

La sumatoria de las saturaciones de todos los fluidos que se encuentran presentes en el espacio poroso de una roca, debe ser igual a 1. Si consideramos un medio poroso saturado por petróleo, agua y gas, tenemos:

$$S_o + S_w + S_g = 1$$

Donde:

$S_o$  = Saturación de petróleo.

$S_w$  = Saturación de agua.

$S_g$  = Saturación de gas.

### 5.3. Geoestadística

Con el objetivo de conocer la información disponible se puede hacer un análisis de la estadística descriptiva (Krajewski y Gibbs, 1993; Journel y Huijbregts, 1978; David, 1977). A continuación se presenta un resumen de los conceptos necesarios de estadística básica y los cuales son útiles en la validación de los resultados.

Cálculos estadísticos o estadística descriptiva. Permiten determinar si la distribución de los datos es normal, log-normal, o si no se ajustan a una distribución estadística, lo cual implica tener conocimiento de:

- **Número de casos:** Es el número de valores muestreados del fenómeno en estudio, representados por  $n$  y los datos por  $x_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , que llamamos distribución.

- **Media:** Es la media aritmética de la distribución, dado por la fórmula:

$$X_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- **Mediana:** Es el valor para el cual la mitad de los datos son menores y la otra mitad están por encima de este valor.

Si ordenamos los datos en orden ascendente podemos calcular la mediana como.

$$M = \begin{cases} X_{(n+1)/2} & \text{si } n \text{ es impar.} \\ (X_{n/2} + X_{n/2+1})/2 & \text{si } n \text{ es par.} \end{cases}$$

- **Varianza:** Describe la variabilidad de la distribución. Es la medida de la desviación o dispersión de la distribución y se calcula por:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - X_m)^2$$

La razón principal por la que se aboga por la división entre n-1 en la estimación de la varianza, es porque proporciona un mejor estimado; si dividimos por n-1 nos referimos a la varianza muestral S<sup>2</sup> como un estimador insesgado de la varianza poblacional  $\sigma^2$ . Esto significa que si un experimento fuera repetido muchas veces se podría esperar que el promedio de los valores así obtenidos para S<sup>2</sup> igualaría a  $\sigma^2$ . Por otra parte si dividimos entre n los valores obtenidos para S<sup>2</sup> serían como promedio demasiado pequeño.

- **Desviación estándar:** Describe la tendencia o dispersión de la distribución. Es la medida de desviación alrededor de la media. Se calcula por:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

- **Error estándar:** Describe el grado de conocimiento de los datos y se puede calcular por:

$$\varepsilon = \sqrt{\sigma^2 / n}$$

La distribución normal tiene un valor de error estándar menor que 1.25 y la distribución log-normal o una distribución con tendencia positiva, tiene valores de error estándar mayores que 1.25.

### 5.3.1. Variable Aleatoria Regionalizada

En el estudio de las variables aleatorias regionalizadas es importante presentar conceptos que son utilizados por la mayoría de los autores donde se aplican los métodos geoestadísticos como herramienta fundamental de trabajo.

Estos conceptos son:

- *Región:* se refiere al espacio en el cual existe y se estudia el fenómeno natural.
- *Localización:* Es el punto de una región en la cual se define una variable aleatoria regionalizada.
- *Soporte Geométrico:* Está determinado por el elemento físico sobre el cual se realiza la determinación de la variable aleatoria regionalizada, esto no es más que la muestra unitaria, sobre la cual estudiaremos el atributo de interés.
- *Momentos de primer orden:* Si la función de distribución de  $Z(x_i)$  tiene una media definida, será una función de la localización  $x_i$ .

$$m(x_i) = E\{Z(x_i)\}$$

- *Momento de segundo orden:* Si la varianza (Var) de  $Z(x_i)$  existe, entonces se define como el momento de segundo orden y será también una función de la localización  $x_i$ .

$$\text{Var}\{Z(x_i)\} = E\{[Z(x_i) - m(x_i)]^2\}$$

La función variograma o función estructural se define como la varianza de la diferencia  $Z(x_i)$  y  $Z(x_j)$ .

$$\text{Var}\{Z(x_i) - Z(x_j)\} = 2g(x_i, x_j)$$

La magnitud  $\gamma(x_i, x_j) = \frac{1}{2} \text{Var}\{Z(x_i) - Z(x_j)\}$  se denomina Semivariograma.

El fundamento del presente estudio es el análisis de Semivariogramas para las respectivas propiedades y atributos petrofísicos luego otra definición acerca del tema es la propuesta por Journel y Huijbregts, 1978 y dice:

*Se define como la media aritmética de todos los cuadrados de las diferencias entre pares de valores experimentales separados una distancia  $h$ , o lo que es lo mismo, la varianza de los incrementos de la variable regionalizada en las localizaciones separadas una distancia  $h$ .*

**Donde:**

$$\gamma(h) = \frac{1}{2Np(h)} \sum_{i=1}^{Np(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

**Np(h)** ► es el número de pares a la distancia h.

**h** ► es el incremento.

**Z(xi)** ► son los valores experimentales.

**xi** ► localizaciones donde son medidos los valores z(xi).

### 5.3.2. Análisis Estructural

El análisis estructural o estudio variográfico según (Armstrong y Carignan, 1997) está compuesto por:

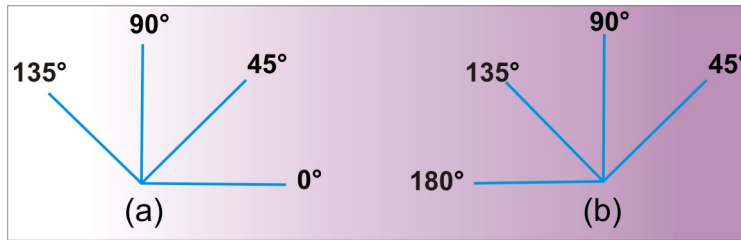
- El cálculo del semivariograma experimental.
- El ajuste a este de un modelo teórico conocido.

El cálculo del semivariograma experimental es la herramienta geoestadística más importante en la determinación de las características de variabilidad y correlación espacial del fenómeno estudiado (Chica, 1987), es decir, tener conocimiento de como la variable cambia de una localización a otra, representando la herramienta más importante de que dispone el geoestadístico para el análisis del fenómeno o de la variable de distribución espacial en estudio. Este análisis tiene como condicionantes:

- La distribución estadística.
- La existencia de valores aberrantes o anómalos.
- La presencia de zonas homogéneas o posibles zonaciones en la distribución de Las leyes.

Puede ser calculado inicialmente el semivariograma medio, global u “omnidireccional”, proporcionando una idea inicial de la variabilidad espacial de los datos, siendo el más idóneo para representar u obtener una estructura clara y definida. Posteriormente deben ser calculados los semivariogramas en diferentes direcciones, puede ser calculado en 4 direcciones separadas 45° con tolerancia angular de 22.5°, comenzando por 0°, (figura 18a) hasta encontrar la dirección de máxima o mínima variabilidad (figura 18b), pueden ser calculados también, más específicamente, en 8 direcciones separadas por 22.5°.

**Figura 18.** – Direccionamiento para el cálculo de variogramas, a) Comenzando en 0° y b) en 45°.



**Autores.**

Ahora, el semivariograma experimental obtenido no es utilizado en el proceso de estimación, debe ser ajustado a éste uno a varios modelos teóricos, obteniéndose un modelo o función analítica que caracteriza la continuidad espacial de la variable estudiada. Los modelos de variograma teórico utilizado en el proceso de estimación o simulación deben satisfacer ciertas condiciones, es decir tienen que ser “definido positivo” o de “tipo positivo” de lo contrario puede existir el riesgo de encontrar varianzas negativas que no tienen sentido (Armstrong y Carignan, 1997).

En general el ajuste a modelos teóricos para la determinación de los parámetros del semivariograma se realiza de forma visual. En ocasiones se efectúan ajustes polinomiales por el método de los mínimos cuadrados u otras variantes, que aunque se encuentra el mejor ajuste, no siempre se verifica la condición de que el variograma obtenido sea siempre de tipo positivo, siendo insatisfactorio (Genton,1998b), por lo que se recomienda el uso de modelos autorizados.

Finalmente debe obtenerse uno o varios modelos de variogramas con los correspondientes valores de meseta y alcance. El modelo de variograma seleccionado debe representar fielmente los aspectos que se suponen importantes del variograma experimental (Wackernagel, 1995), que serán usados posteriormente en el proceso de estimación o simulación.

### 5.3.3. Semivariograma ó Variograma Experimental

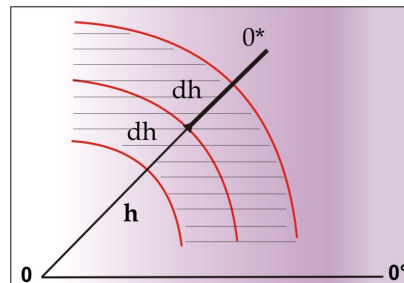
Como ya antes mencionada la función  $\gamma(h)$  se denomina semivariograma, la cual puede ser obtenida por la expresión.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2Np(h)} \sum_{i=1}^{Np(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Esta expresión de  $\gamma(h)$  representa la herramienta más importante en todo estudio geoestadístico. Su cálculo no consiste en una simple evaluación de su expresión, esta operación está relacionada con los elementos siguientes:

- La dirección en la que será calculado el semivariograma, uno o dos ángulos que definen una dirección en el espacio con tolerancias angulares  $d_\theta$  y/o  $d_h$ .
- El incremento o paso en el cálculo del semivariograma  $h$  y su tolerancia lineal  $d_h$ , se recomienda que el valor de  $d_h$  sea la mitad del incremento inicial.
- Una distancia, que representa la distancia máxima que pueden estar alejados los segundos puntos del par con respecto a la línea que define la dirección de cálculo, conocido como ancho de banda. Ver (figura 21).
- La distancia  $L_{max}$  hasta la cual será calculado del semivariograma. Se recomienda que ésta sea la mitad de la distancia entre las muestras más alejadas (Armstrong y Carignan, 1997; Krajewski y Gibbs, 1993), aunque dependiendo de la geometría del fenómeno regionalizado en algunos casos puede ser calculado hasta una distancia superior.

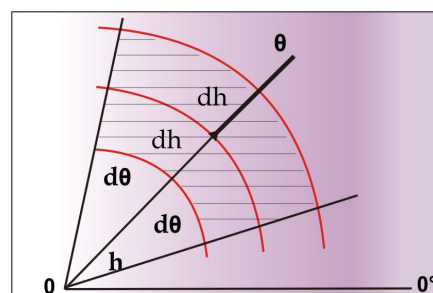
**Figura 19.** – Espacio definido por la tolerancia lineal



Autores.

- El ángulo formado entre la línea que une los dos puntos del par y la dirección  $0^\circ$ . Ver (figura 20).

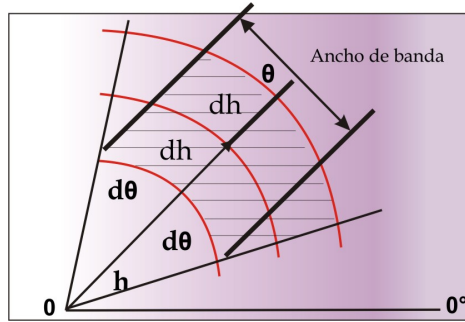
**Figura 20.** – Espacio definido por la tolerancia angular y lineal.



Autores.

- La distancia entre el segundo punto del par y la línea que define la dirección de cálculo del semivariograma no debe superar el ancho de banda (Deutsch y Journel, 1998). Ver (figura 21)

**Figura 21.** – Espacio definido por las tolerancias y anchos de bandas



**Autores.**

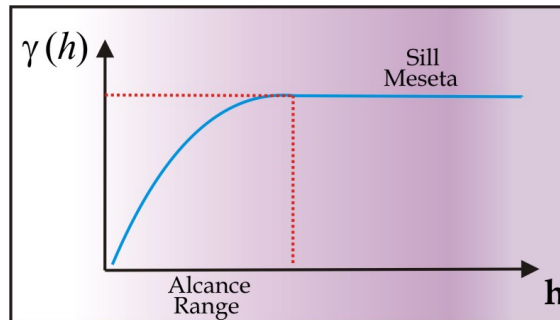
- Finalmente se representan gráficamente los valores de  $\gamma(h)$  en función de  $h$ .

El gráfico de  $\gamma(h)$  tiene las siguientes características. Ver (figura 22).

Pasa por el origen (para  $h=0$ ,  $\gamma(h)=0$ )

Es en general una función creciente de  $h$ .

**Figura 22.** – Forma típica del Semivariograma



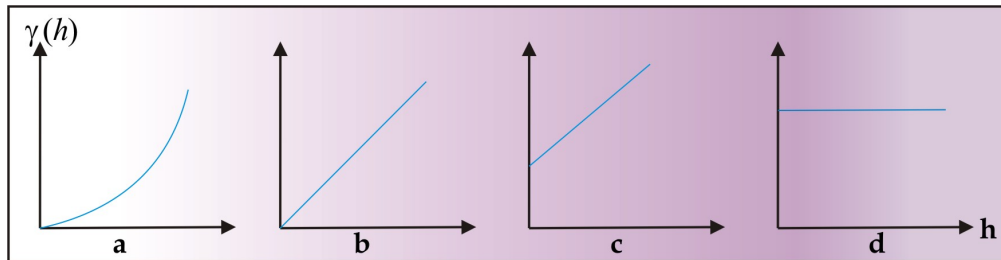
**Autores.**

En la mayor parte de los casos  $\gamma(h)$  crece hasta cierto límite llamado meseta, en otros casos puede crecer indefinidamente. El comportamiento en el origen puede tener diferentes formas. Ver (figura 23):

- Parabólico: Caracteriza a una variable muy regular, siendo continua y diferenciable.
- Lineal: Caracteriza a una variable continua, pero no diferenciable, es decir menos regular.

- Discontinuidad en el origen: “Efecto de pepita”, es el caso en que  $\gamma(h)$  no tiende a cero cuando  $h$  tiene a cero. Representa a una variable muy irregular.
- Discontinuo puro: Llamado también ruido blanco, representa el caso de mayor discontinuidad, siendo el caso limite de ausencia de estructura, donde los valores de los puntos cualesquiera no tienen correlación alguna.

**Figura 23.** – Comportamiento de variograma en el origen, a) Parabólico, b) Lineal, c) Efecto de Pepita, d) Discontinuo puro.

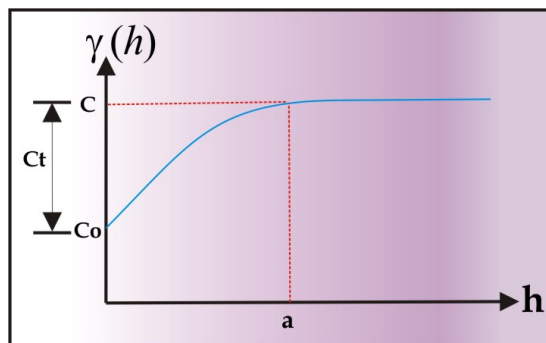


Autores.

### 5.3.4. Modelado de Semivariogramas y Parámetros

El modelado de semivariogramas incluye dos etapas fundamentales, una vez construido el semivariograma experimental o empírico es necesario ajustar a este un modelo teórico, con el objetivo de determinar los parámetros descriptivos del semivariograma que posteriormente serán usados en la estimación. Los parámetros del semivariograma caracterizan tres elementos importantes en la variabilidad de un atributo que son: la discontinuidad en el origen (existencia de efecto de pepita), el valor máximo de variabilidad (meseta), y el área de influencia de la correlación (alcance), (figura 31) y se describen a continuación.

**Figura 24.** – Parámetros del semivariograma



Autores.

*El Efecto Pepita (Nugget):* El semivariograma por definición es nulo en el origen, pero en la práctica las funciones obtenidas pueden presentar discontinuidad en el origen, a esta discontinuidad se le llama efecto de pepita, en ingles (Nugget effect). Puede ser obtenido trazando una línea recta entre los primeros puntos del semivariograma empírico y extender ésta hasta que se intercepte con el eje Y. Si esta intersección ocurre por debajo de cero, el valor asumido por este efecto es cero, pues valores negativos de  $\gamma(0)$  no tienen significado y no es común. El efecto pepita se representa como  $C_0$ .

*La Meseta (Sill):* Es el valor de  $\gamma(h)$  para el cual con el aumento de  $h$  su valor permanece constante, se representa como  $(CT = C + C_0)$  y se denomina meseta. Puede obtenerse trazando una línea paralela a la abscisa y que se ajuste a los puntos de mayor valor del semivariograma y su valor se lee en la intersección de esta línea con la ordenada.

*El Alcance (Range):* La distancia  $h$  para la cual las variables  $Z(x)$  y  $Z(x+h)$  son independientes, se denomina alcance y se representa por  $(a)$ , es decir, las distancias para la cual los valores de la variable dejan de estar correlacionados, o lo que es lo mismo, la distancia para la cual el semivariograma alcanza su meseta.

El alcance siempre tiene valor positivo y puede ser obtenido a partir de la intersección de las líneas descritas en los puntos anteriores, ese punto leído en la abscisa es una fracción del propio alcance.

### 5.3.5. Modelos Teóricos y Validación

Son varios los modelos básicos de los Variogramas, que son capaces de explicar los diferentes comportamientos que pueden presentar las variables regionalizadas; los modelos más usuales que se dan tenemos: Ver (figura 25).

- Modelo Esférico
- Modelo Exponencial
- Modelo Gaussiano
- Modelo Cúbico
- Modelo Seno Cardinal
- Modelo Potencia

**Figura 25. – Modelos Teóricos, ecuación y características particulares.**

TIPO DE MODELO TEÓRICO	ECUACIÓN	GRÁFICA
<p><b>Modelo Esférico</b></p> <p>Este modelo, presenta una tendencia creciente curvilínea, hasta que llega al Sill (S), para tomar una tendencia lineal. El modelo Esférico alcanza el valor Sill, en la distancia a (rango actual).</p> <p><b>Modelo Exponencial</b></p> <p>El modelo Exponencial, alcanza el valor Sill (S) asintóticamente, el rango (a) es la distancia a la cual el valor del modelo, es el 95 % del Sill.</p> <p><b>Modelo Gaussiano</b></p> <p>El modelo Gaussiano, alcanza el valor Sill (S) asintóticamente, el rango (a) es la distancia a la cual el valor del modelo, es el 95 % del Sill.</p> <p><b>Modelo Seno Cardinal (Wave)</b></p> <p>Comportamiento cuadrático en el origen, se utiliza para representar fenómenos continuos con periodicidades. Rango aparente igual a (a), rango experimental igual a (3a). Alcanza el valor Sill (S) asintóticamente.</p>	$\gamma(h) = \begin{cases} s \left( \frac{3 h }{2a} - \frac{1}{2} \frac{ h ^3}{a^3} \right) & \text{si }  h  \leq a \\ s & \text{si }  h  > a \end{cases}$ $\gamma(h) = s \left( 1 - \exp\left(-\frac{ h }{a}\right) \right)$ $\gamma(h) = s \left( 1 - \exp\left(-\frac{ h ^2}{a^2}\right) \right)$ $\gamma(h) = s \left( 1 - \frac{\text{seno}\left(\frac{h}{a}\right)}{ h/a } \right)$	<p>The figure contains four vertically stacked graphs. Each graph has a vertical axis labeled <math>\hat{\gamma}(h)</math> and a horizontal axis labeled <math>h</math>. The vertical axis also has labels 'Co' at the origin and 'Sill' at a certain level. The horizontal axis has a label 'Rango(a)'.  1. <b>Modelo Esférico:</b> The curve starts at the origin, rises in a concave-down manner, and then levels off to a horizontal line at the 'Sill' level. A vertical dashed line marks the 'Rango(a)' distance.  2. <b>Modelo Exponencial:</b> The curve starts at the origin and rises in a concave-down manner, asymptotically approaching the 'Sill' level.  3. <b>Modelo Gaussiano:</b> The curve starts at the origin, rises in a concave-down manner, and asymptotically approaches the 'Sill' level.  4. <b>Modelo Seno Cardinal (Wave):</b> The curve starts at the origin, rises to a peak at the 'Sill' level, and then exhibits damped oscillations as it approaches the 'Sill' level.</p>

**Autores.**

Como el ajuste de los modelos teóricos al semivariograma experimental, se realiza de forma visual o interactiva, variando los valores  $Co$  (efecto de pepita),  $C + Co$  (meseta) y  $a$  (alcance), hasta coincidir con los parámetros que mejor se ajustan, es conveniente validar el modelo seleccionado y los parámetros meseta y alcance escogidos.

El método de validación cruzada ha sido ampliamente utilizado para evaluar el grado de bondad de un modelo de semivariograma y reconocido como un método óptimo de estimación de sus parámetros. La operación de validar un semivariograma teórico ajustado a uno experimental siempre toma mucho tiempo, éste se considera como el último de los pasos importantes del análisis de variabilidad, debido a que una vez obtenido este resultado será utilizado en la estimación por Krigeaje en cualquiera de sus variantes.

### 5.3.6. Kriging.

Se ha visto cómo emplear los conceptos fundamentales de la geoestadística para construir un modelo que caracterice el comportamiento de una variable regionalizada cualquiera. Este modelo es la base para proceder a la estimación de la variable en los sitios del área de interés donde se desconoce su valor, a partir de las técnicas de interpolación de Kriging. Esta técnica permite estimar el valor de una variable en sitios de valor desconocido, mediante la asignación de ponderadores a cada uno de los puntos de medición en los que se conoce el valor de la variable. Estos ponderados no sólo están condicionados por la ubicación espacial de todos los puntos entre sí, y de estos con el punto o área a estimar; sino que se calculan para el mínimo error de estimación, de tal manera que el estimador que se obtiene es bastante confiable, de manera general utiliza métodos estadísticos para estimar el valor más probable en el punto donde lo desconocemos y está basado en la teoría de mínimos cuadrados que propuso Gauss.

El Kriging es conocido como el método interpolador geoestadístico, es un estimador lineal insesgado, que presenta dos propiedades básicas que son: hacer que la suma de errores tienda a cero, y que el cuadrado de las desviaciones sea mínimo y se basa en la hipótesis de que cada punto existente en el espacio estudiado tiene una dependencia de los demás, en otras palabras tienen una autocorrelación con una tendencia calculable. La función estadística que calcula la relación de dependencia entre los puntos se llama variograma, para esto, los puntos más cercanos al punto a estimar son de los que depende más el valor del punto y así como alejamos la distancia, los puntos van teniendo menor dependencia.

El método de Kriging calcula el mejor estimador lineal imparcial basándose en un modelo estocástico de dependencia espacial cuantificado por el variograma  $\gamma(x,y)$  y la función de covarianza  $c(x,y)$  de la variable aleatoria.

#### Planteamiento básico de la estimación por Kriging:

Considerar la estimación de  $Z(u)$  como una combinación lineal de las observaciones disponibles

$$Z^*(u) = \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha}(u) Z(u_{\alpha})$$

y escoger los pesos bajo un criterio en el cual se considera que dicha estimación es óptima.

Este es que el estimador sea insesgado y que  $\text{var}[Z(u) - Z^*(u)]$  sea mínima

**Kriging Simple:** la hipótesis básica es la estacionaridad junto con el hecho de que se asume que la media de la función aleatoria es conocida y constante en todo el dominio de la estimación. El estimador de kriging simple es igual al valor conocido de la variable multiplicado por la correlación que existe entre la variable en el punto objetivo y la variable en el punto de observación. Matemáticamente se representa de la siguiente manera:

$$E(Z(u)) = m \quad \text{y } m \text{ es conocida}$$

1° CASO.  $m = 0$

Bajo esta condición se asegura que el estimador de kriging es insesgado, ya que

$$E(Z^*(u)) = \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha}(u) E(Z(u_{\alpha})) = 0 = E(Z(u))$$

Ahora sólo resta hallar los pesos para que la condición de varianza mínima se satisfaga.

Considérese primero el caso en que se cuenta con una sola observación

$$Z^*(u) = \lambda_1 Z(u_1)$$

Entonces

$$\begin{aligned} \text{var}[Z(u) - Z^*(u)] &= \text{var}\left[\sum_{\alpha=0}^1 \lambda'_{\alpha} Z(u_{\alpha})\right] \quad \lambda'_0 = 1, \lambda'_{\alpha} = -\lambda_{\alpha}, u_0 = u \\ &= \lambda_0^2 \text{var}(Z(u_0)) + \lambda_1^2 \text{var}(Z(u_1)) - 2\lambda_0 \lambda_1 \text{cov}(Z(u_0), Z(u_1)) \\ &= \sigma^2 + \lambda_1^2 \sigma^2 - 2\lambda_1 \text{cov}(u - u_1) \end{aligned}$$

Derivando respecto al parámetro e igualando a cero se tiene

$$\frac{\partial \text{var}[Z(u) - Z^*(u)]}{\partial \lambda_1} = 2\lambda_1 \sigma^2 - 2 \text{cov}(u - u_1) = 0$$

Con lo cual

$$\lambda_1 = \frac{\text{cov}(u - u_1)}{\sigma^2} = \rho(u - u_1)$$

$$Z^*(u) = \rho(u - u_1) Z(u_1)$$

Es decir, el estimador de kriging simple es igual al valor conocido de la variable multiplicado por la correlación que existe entre la variable en el punto objetivo y la variable en el punto de observación.

Utilizando el valor del parámetro se obtiene que:

$$\text{var}[Z(u) - Z^*(u)] = \sigma^2 [1 - \rho^2(u - u_1)]$$

Este tipo de resultado generalmente se utiliza para determinar el error asociado a la estimación. Debe ser usado con prudencia porque no depende directamente de los datos si no de la continuidad espacial de estos.

Utilizando la forma del estimador de kriging se puede demostrar que:

$$\text{var}[Z^*(u)] = \sigma^2 \rho^2(u - u_1) \leq \sigma^2 = \text{var}[Z(u)]$$

$$Z^*(u) = m$$

2° CASO.  $m \neq 0$

En este caso se consideran nuevas funciones aleatorias de media cero para aplicar el caso de kriging simple estudiado anteriormente.

$$Y(u) = Z(u) - m$$

La nueva función aleatoria es estacionaria y tiene media cero, por lo cual el estimador de kriging simple es:

$$Y^*(u) = \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha} Y(u_{\alpha})$$

$$\begin{aligned} Z^*(u) &= m + \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha} (Z(u_{\alpha}) - m) \\ &= m \left( 1 - \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha} \right) + \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha} Z(u_{\alpha}) \end{aligned}$$

Una propiedad muy importante del kriging simple es la siguiente: Si la función aleatoria  $Z(x)$  es gaussiana entonces:

$$E(Z(u) / Z(u_1), Z(u_2), \dots, Z(u_N)) = Z^*(u)$$

Es decir, el valor esperado de la propiedad en el punto  $(u)$  dado los valores observados es el valor del kriging simple. Esta propiedad es fundamental para obtener simulaciones estocásticas de propiedades.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. FASE DE ANALISIS - Recolección de Información, Data base

- Planteamiento metodológico:

En el estudio de los diferentes documentos y artículos (*Richard L. Chambers, Jeffrey M. Yarus, Kirk B. Hird, 2000; Part 1 y 2, The Leading Edge*) seleccionamos la metodología aplicada en el desarrollo de un análisis geoestadístico planteada en estos papers; la cual es fundamento del proyecto y de conceptos teóricos planteados por Hohn E. Michael 1988; Matheron, G., 1970 y Gerard V. Middleton, 2000. Los proyectos realizados hacia este campo de la geoestadística por parte de la Universidad Industrial de Santander se identificaron y son anexados en referencias del presente. Del manejo de software y el que se utilizó para este estudio fue Surfer 8.0.

- Recopilación, análisis y control de calidad de la información disponible:

La información que se recopiló contiene datos que resultaron del estudio e informes del Campo Escuela Colorado; hacia el año 2003-2006. La información se guardó se clasificó y ordenó en tablas de Excel para facilitar su consulta y tener un conocimiento por propiedades petrofísicas básicas por pozo, bloque y zonas productoras B1, B2, C1 y C2 de la Formación Mugrosa en el Campo Escuela Colorado. Ver apéndice 1 y 2. -Base de datos-.

### 6.2. FASE DE DISEÑO - Análisis y modelado de la continuidad espacial.

El componente espacial de las variables las hace complicadas al momento de predecir o analizar comportamientos y nos vemos obligados a admitir la incertidumbre acerca de su distribución entre los pozos o sector donde se pueda ubicar el fenómeno. Dado que los modelos deterministas no manejan incertidumbres asociadas con esta clase de variables, un enfoque geoestadístico se utiliza debido a que su fundamento es la teoría probabilística (modelos de covarianza), que reconoce estas incertidumbres inevitables.

Seleccionamos las variables de topes, espesores y propiedades petrofísicas por zona productora B1, B2, C1 y C2 de la Formación Mugrosa. La información procesada del análisis espacial, variogramas experimentales y elipses encontradas se archiva para la estimación de los mapas de distribución del Campo Escuela Colorado.

### 6.2.1. Buscar el diseño de la elipse.

Interpretar el comportamiento o estructura del fenómeno regionalizado es la parte más cuidadosa que debe realizarse porque de ello depende el alcance de los resultados y las estimaciones que puedan proponerse. La herramienta clave es el *variograma* y el estudio variografico del mismo. Obtener los valores representativos del patrón espacial seleccionado en el modelamiento espacial y utilizados como la función probabilidad en el Kriging.

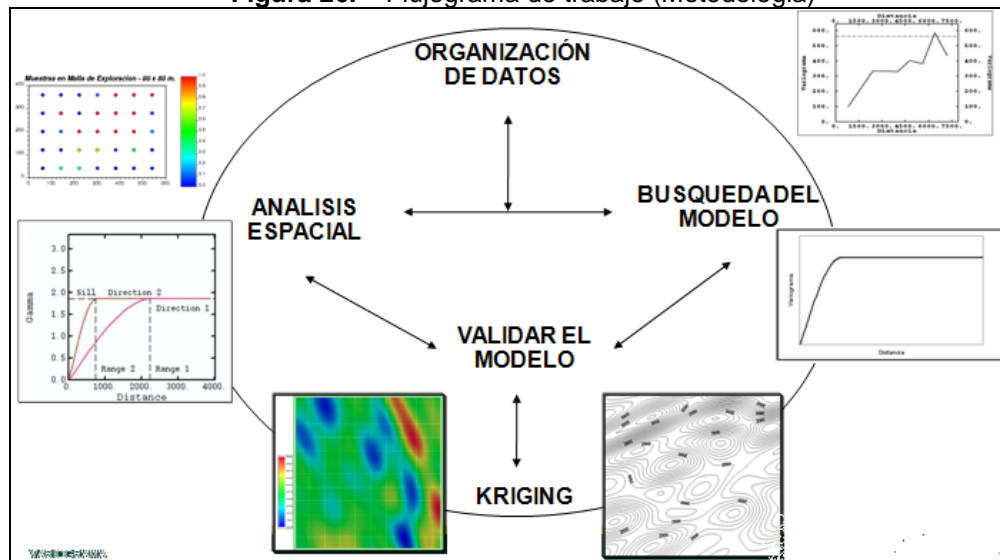
### 6.3. FASE DE DESARROLLO – Validación y combinación de modelos teóricos.

Establecer la curva modelo con relación al comportamiento variográfico experimental y comparar el error medio cuadrático que proporcionan cada uno de estos, con los respectivos valores de Sill y Range, expresadas como  $S$  y  $a$ , en los diferentes modelos teóricos.

#### 6.3.1. Kriging

Método geoestadístico de estimación de puntos que utiliza un modelo de variograma para la obtención de datos. Calcula los valores que se darán a cada punto de referencias usados en la valoración. Esta técnica de interpolación se basa en la premisa de que la variación espacial continúa con el mismo patrón.

Figura 26. – Flujoograma de trabajo (Metodología)



Autores.

#### 6.4. Descripción y procedimiento para la realización y generación de mapas.

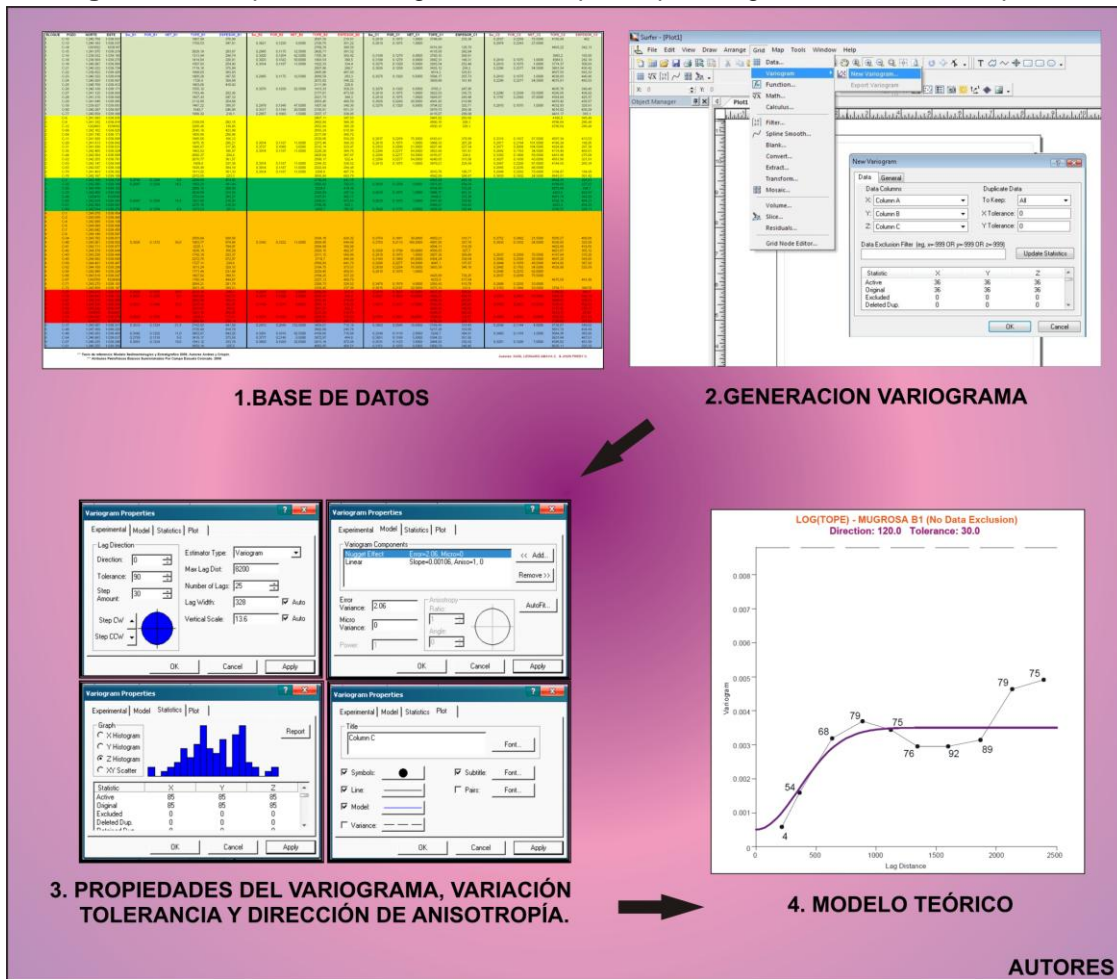
Se generalizo la información suministrada por el Campo Escuela Colorado en documento formato Excel.2003; donde se muestran los datos clasificados por zonas productoras y bloques de acuerdo al modelo estructural presentado en el *capítulo 4*; los valores de topes y espesores según *Crispín & Andrés (2009)*; Ver apéndice 1 y 2. Finalizada la *Base de Datos*, procedimos a cargar los respectivos atributos en el software (*Surfer 8.0*) y aplicando la metodología planteada se realizaron los mapas de distribución por zonas productoras de La Formación Mugrosa. A continuación una breve descripción del procedimiento realizado:

- Se crearon los distintos directorios en el ordenador por zonas productoras de La Formación Mugrosa y sus respectivas variables a estudiar; organizando los resultados y para facilitar la búsqueda de los mismos.
- Se realizaron las graficas de variogramas experimentales para TOPES & ESPESORES, con todos los datos y luego excluyendo los pozos C41, C-48. (Pozos que geográficamente son los que se encuentran más distanciados y conociendo el fundamento del análisis geoestadístico pueden ser los que puedan generar alguna clase de error en cuanto a la continuidad y correlación espacial de los datos. Para los variogramas de cada atributo, SW, PHIER y NETPAY no había problema luego para estos pozos no se tienen valores por propiedad.
- Se cargo cada atributo y se obtuvieron diferentes relaciones estructurales en los variogramas experimentales colocándolos a variar con relación de la distancia (h), tolerancia y dirección de anisotropía; entendiendo como relación estructural a los comportamientos de las elipses o variaciones de correlación del variograma.
- Calculado el variograma experimental más representativo, seleccionamos el modelo teórico o combinación de estos que pueden ajustarse al Semivariograma, caracterizando el modelo en función de los parámetros de Sill y Range que identifican la función de probabilidad, tenida en cuenta para la estimación con el método de Kriging del mismo software. (*Surfer8.0*).
- Los modelos se cargaron para realizar las estimaciones con las características previas y se obtuvieron los mapas de distribución para TOPES, ESPESORES, PHIER, SW y NETPAY para cada zona productora de la Formación Mugrosa. Se archivaron los respectivos reportes estadísticos, crossvalidation y kriging en los directorios por zona productora.

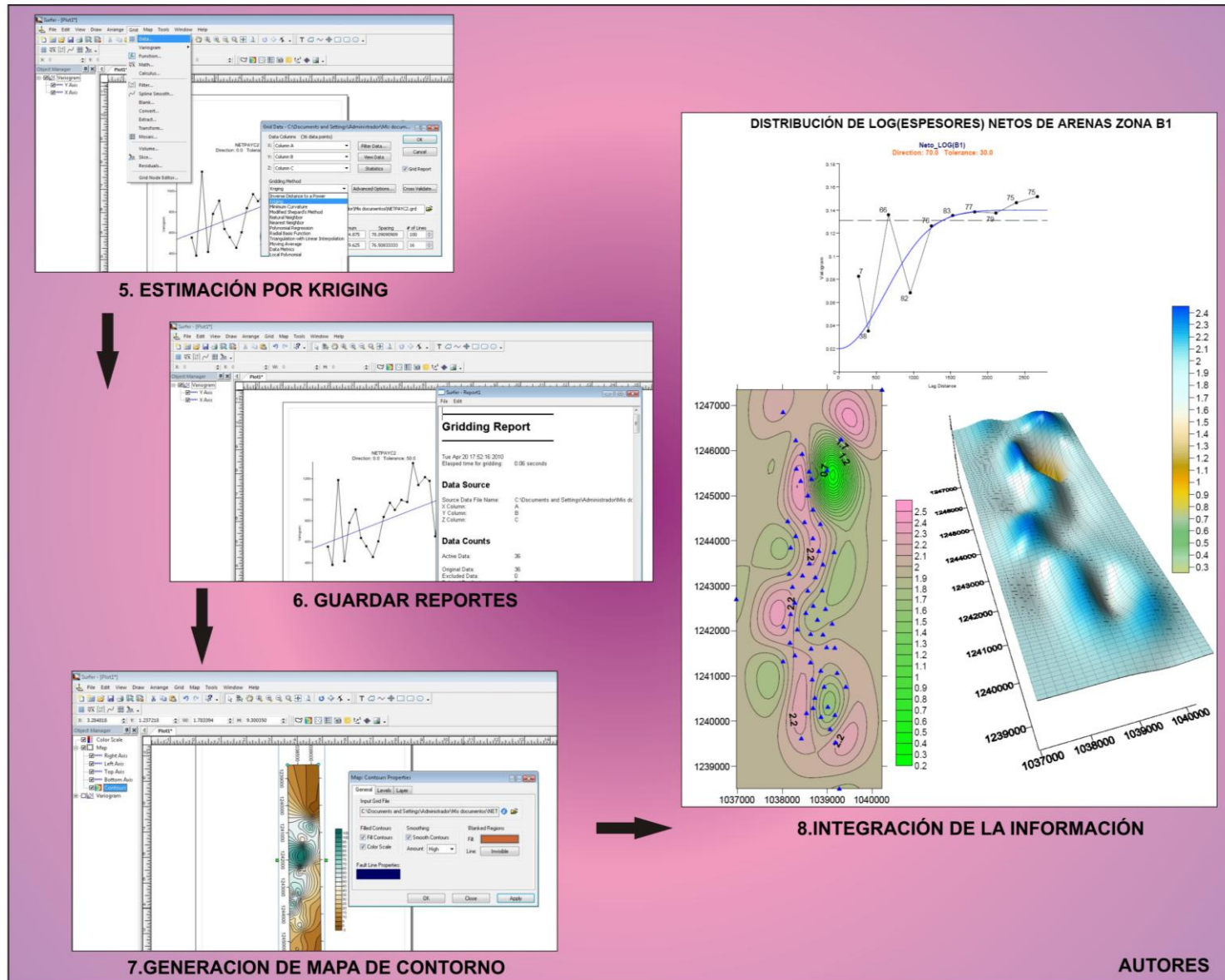
- Las grillas de cada atributo se cargaron como mapas de contorno, visualización 3D y distribución de pozos analizados con sus respectivas leyendas o escalas de valores. Las imágenes se exportaron como archivos pdf e imagen de mapa de bits.

A continuación una representación grafica de los anteriores pasos de la generación de los mapas y su enfoque a la evaluación geoestadística.

**Figura 27. – Representación grafica de los pasos para la generación de los mapas.**

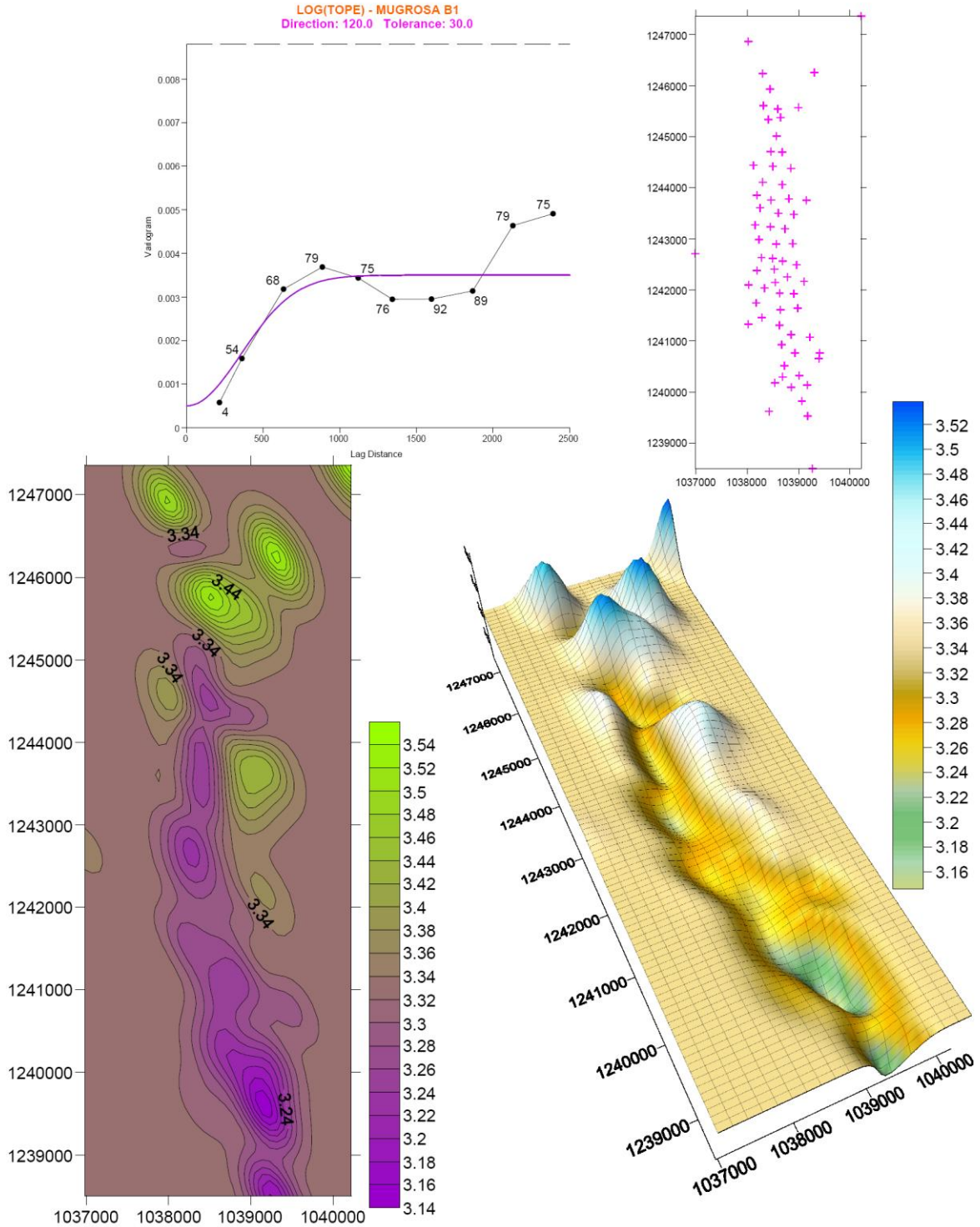


**Figura 28.** – Representación grafica de los pasos de estimación, salvar reportes, generación e integración de la información.



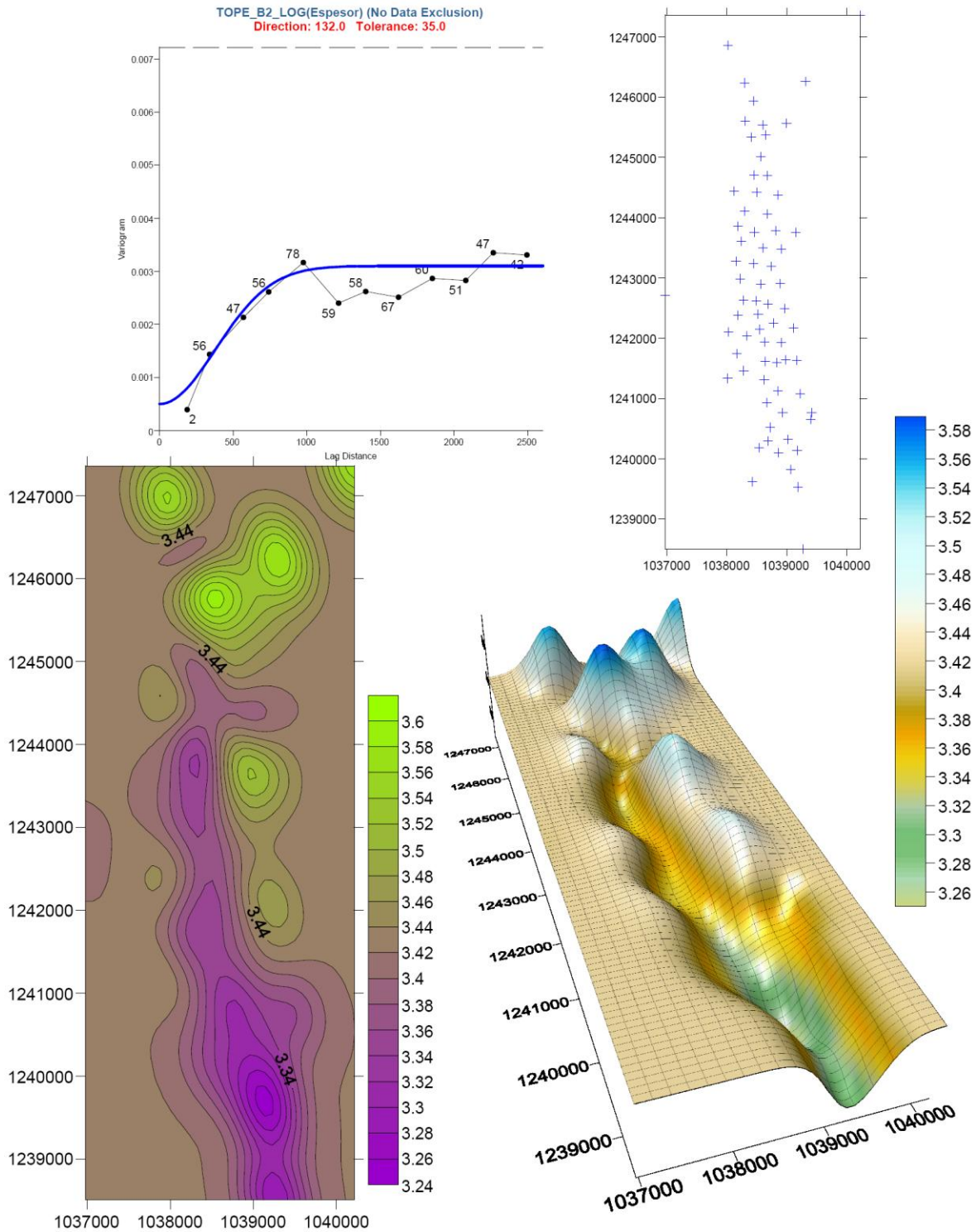
### 6.4.1. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona B1

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(TOPE) MUGROSA ZONA B1 ( No data Exclusion)



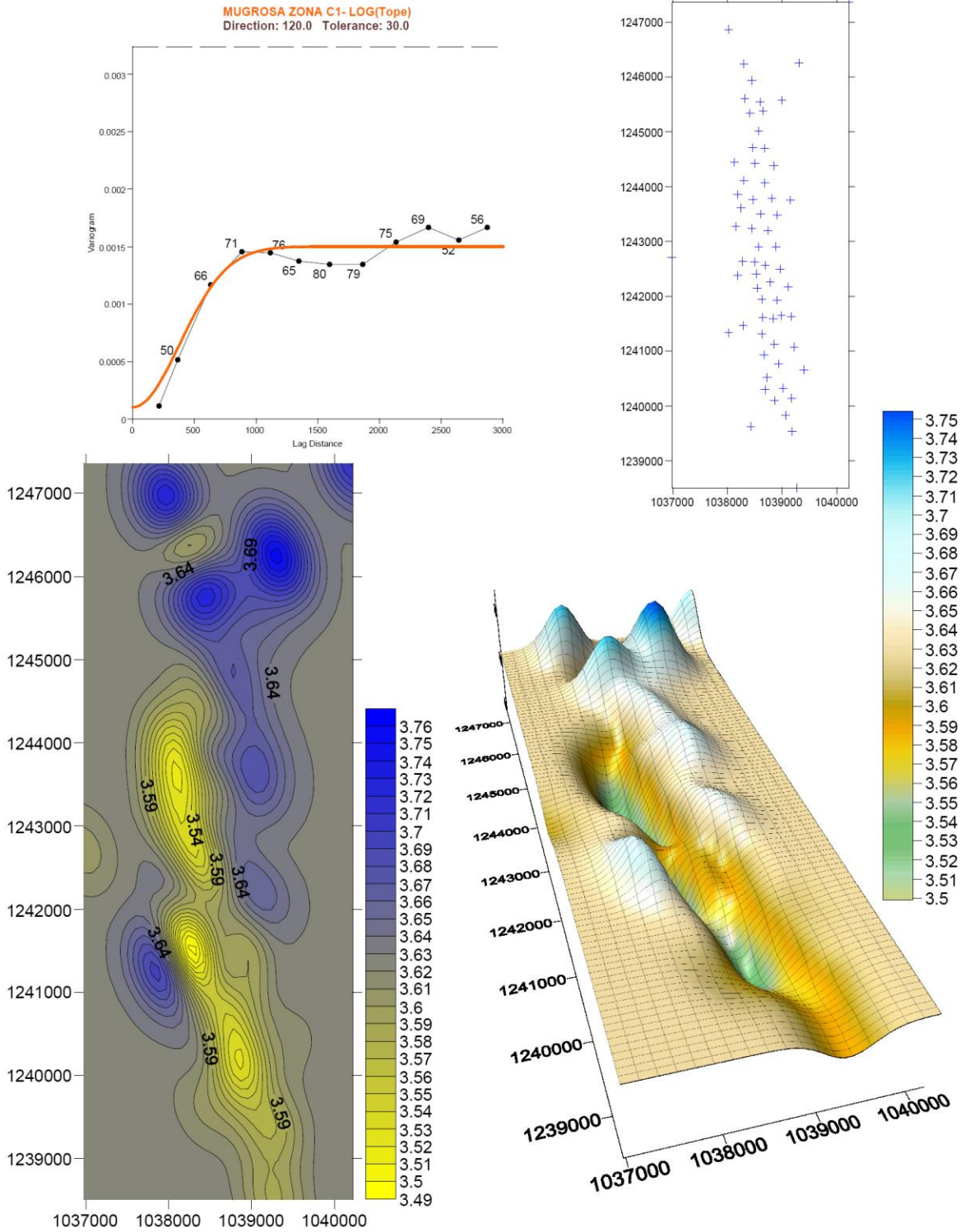
### 6.4.2. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona B2

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG-TOPE MUGROSA ZONA-B2



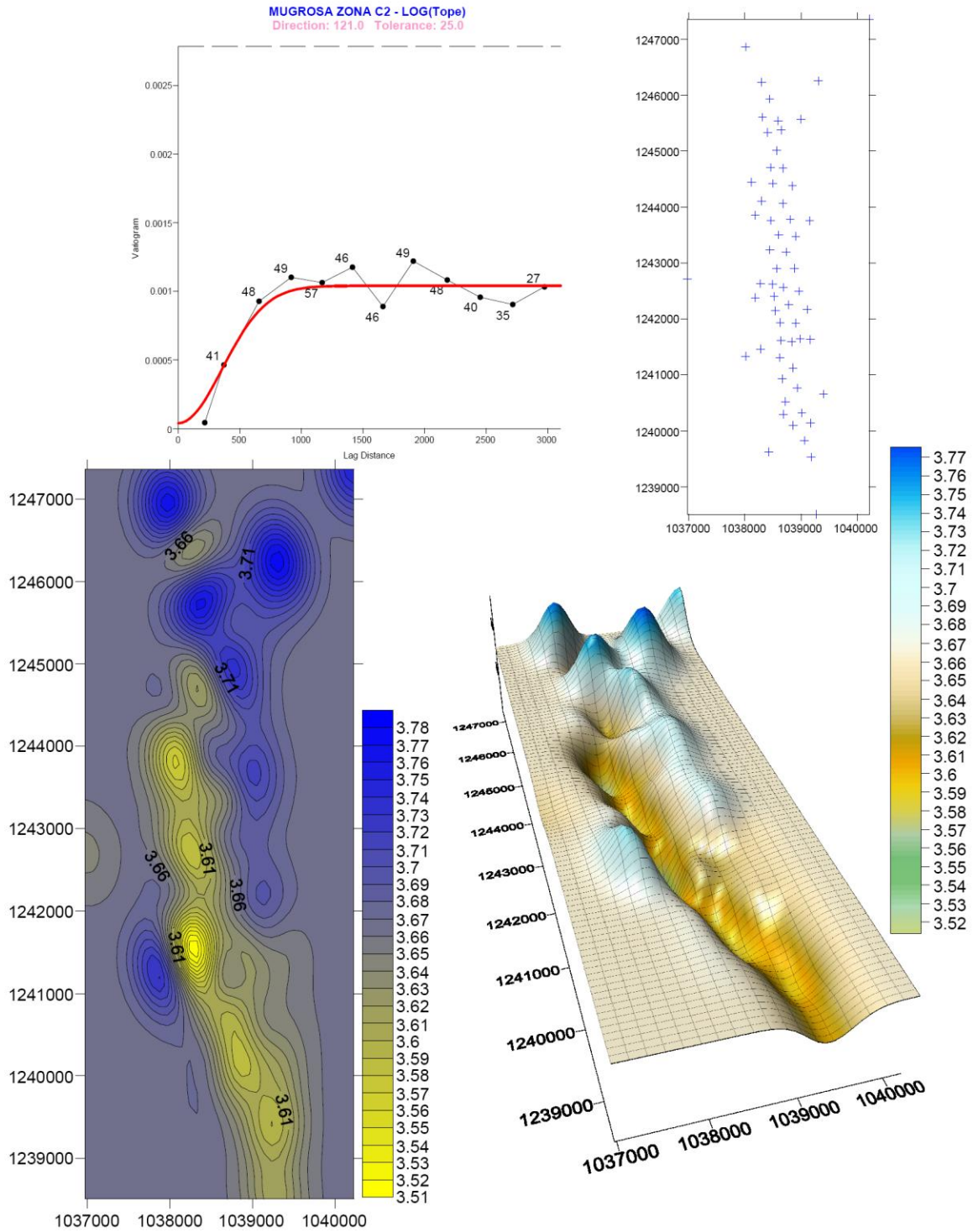
### 6.4.3. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona C1

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(TOPES) MUGROSA ZONA C1



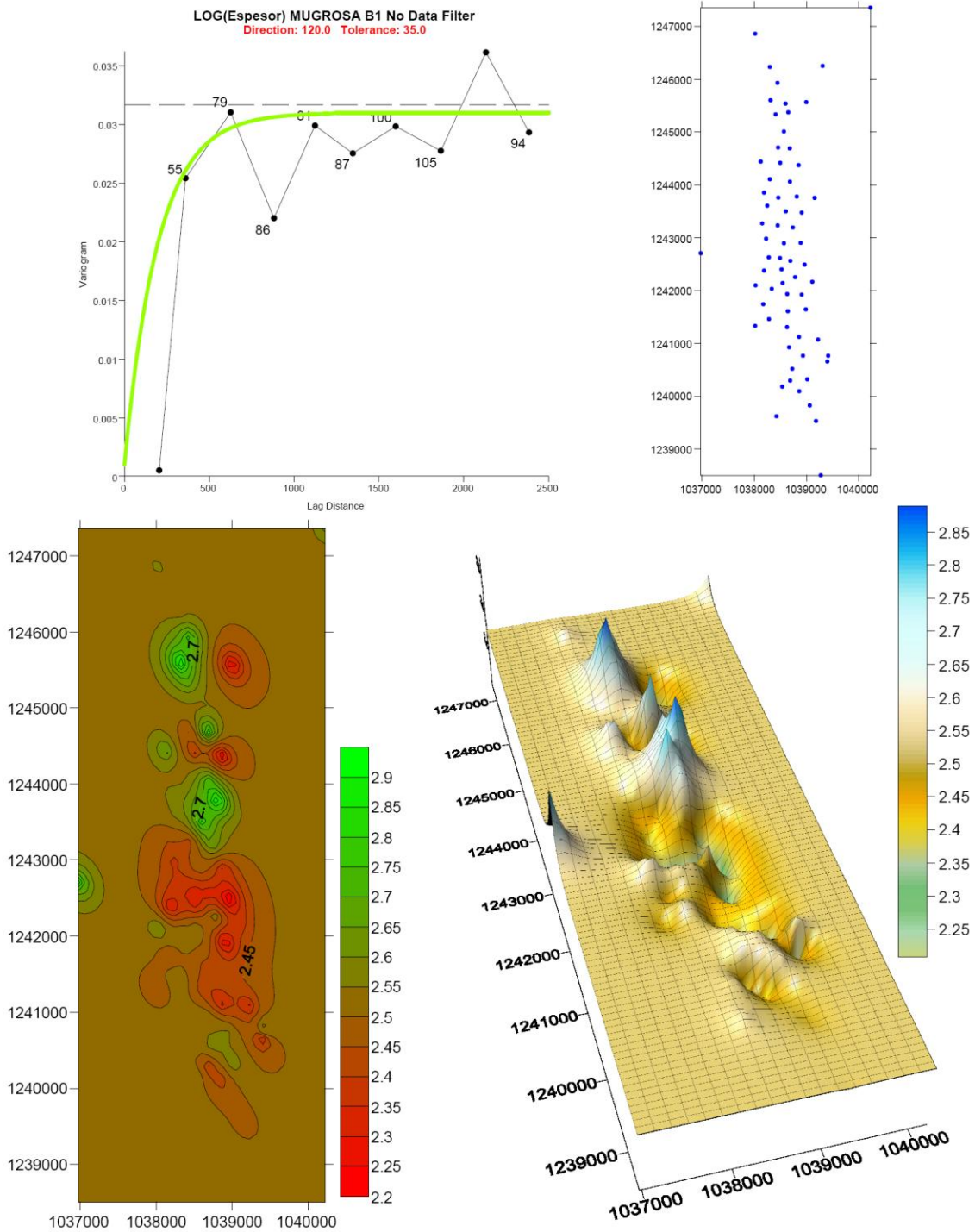
### 6.4.4. Generación de Mapa de Topes Fm. Mugrosa Zona C2

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG-TOPE MUGROSA ZONA-C2



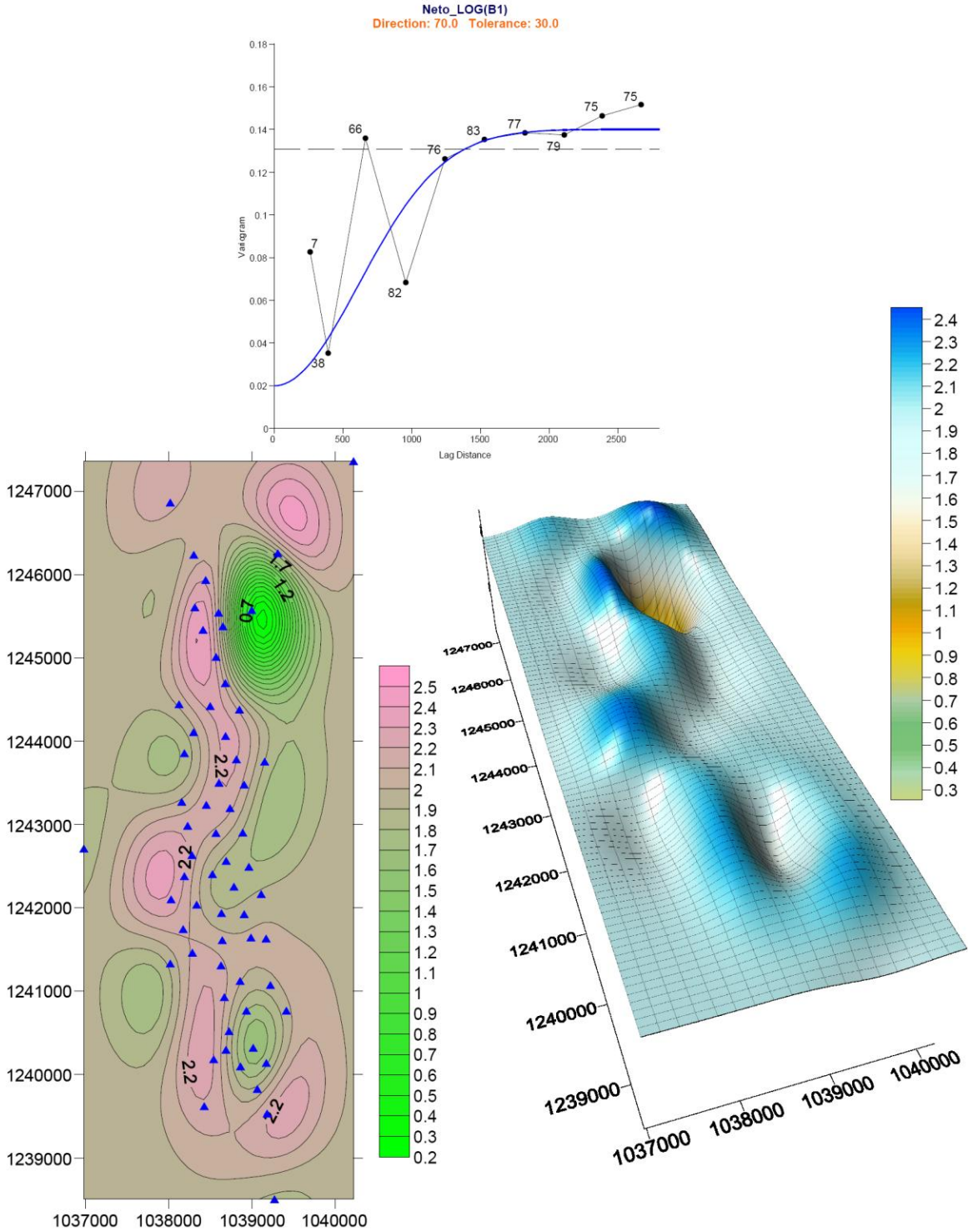
### 6.4.5. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona B1

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPESORES) MUGROSA ZONA B1



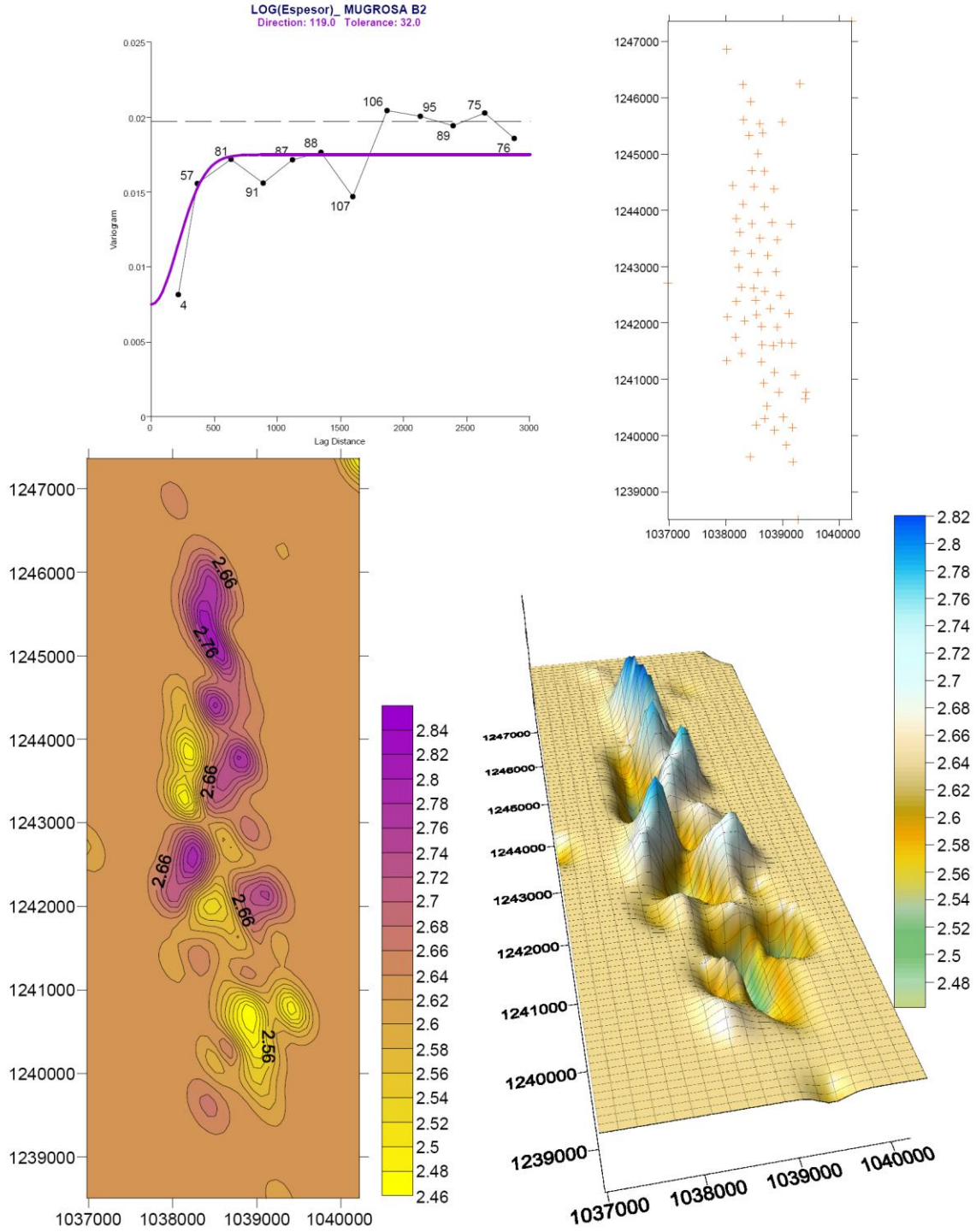
### 6.4.5.1. Generación De Mapa De Espesores Netos De Arenas Zona B1.

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPESORES) NETOS DE ARENAS ZONA B1



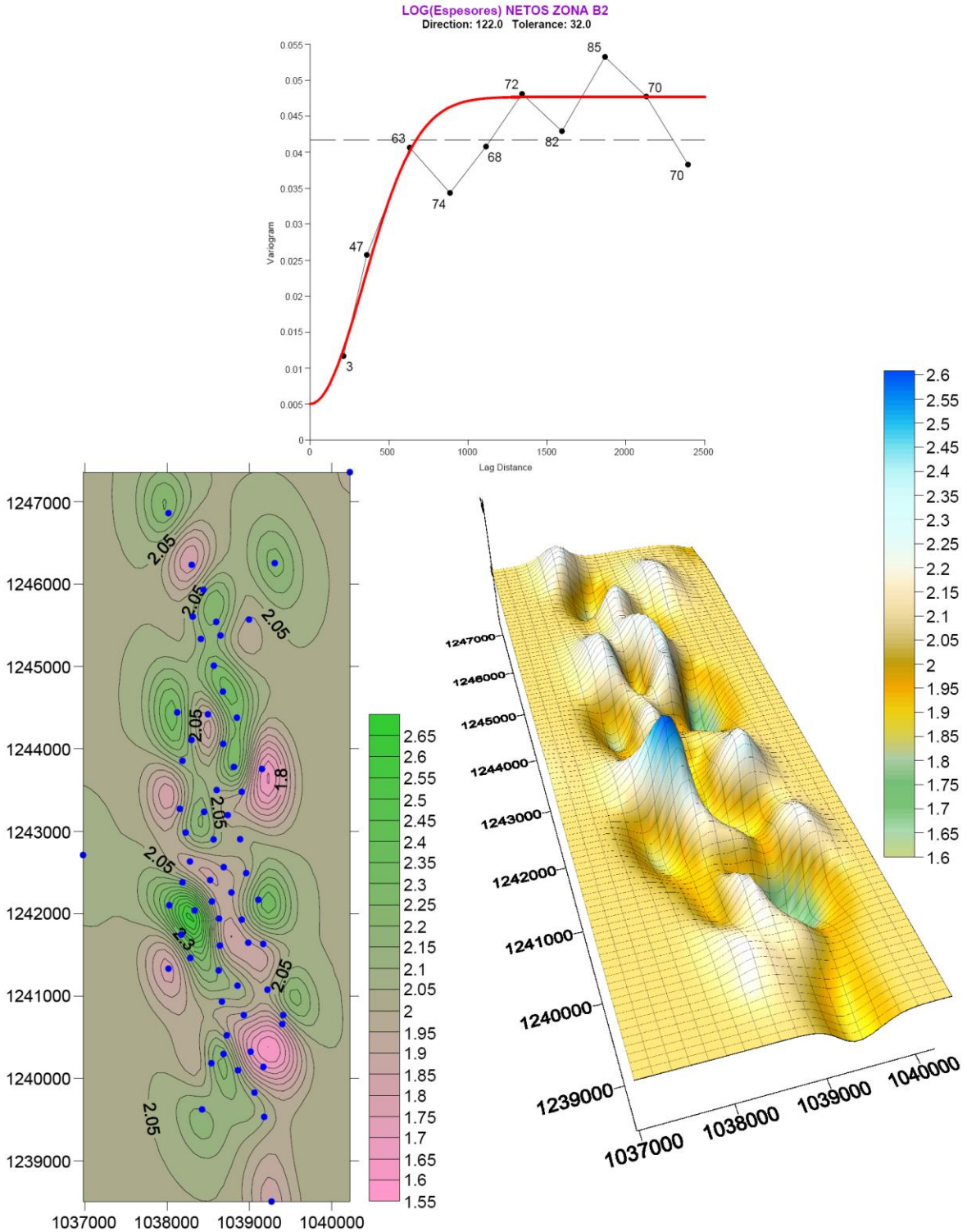
### 6.4.6. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona B2

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPEORES) MUGROSA ZONA B2



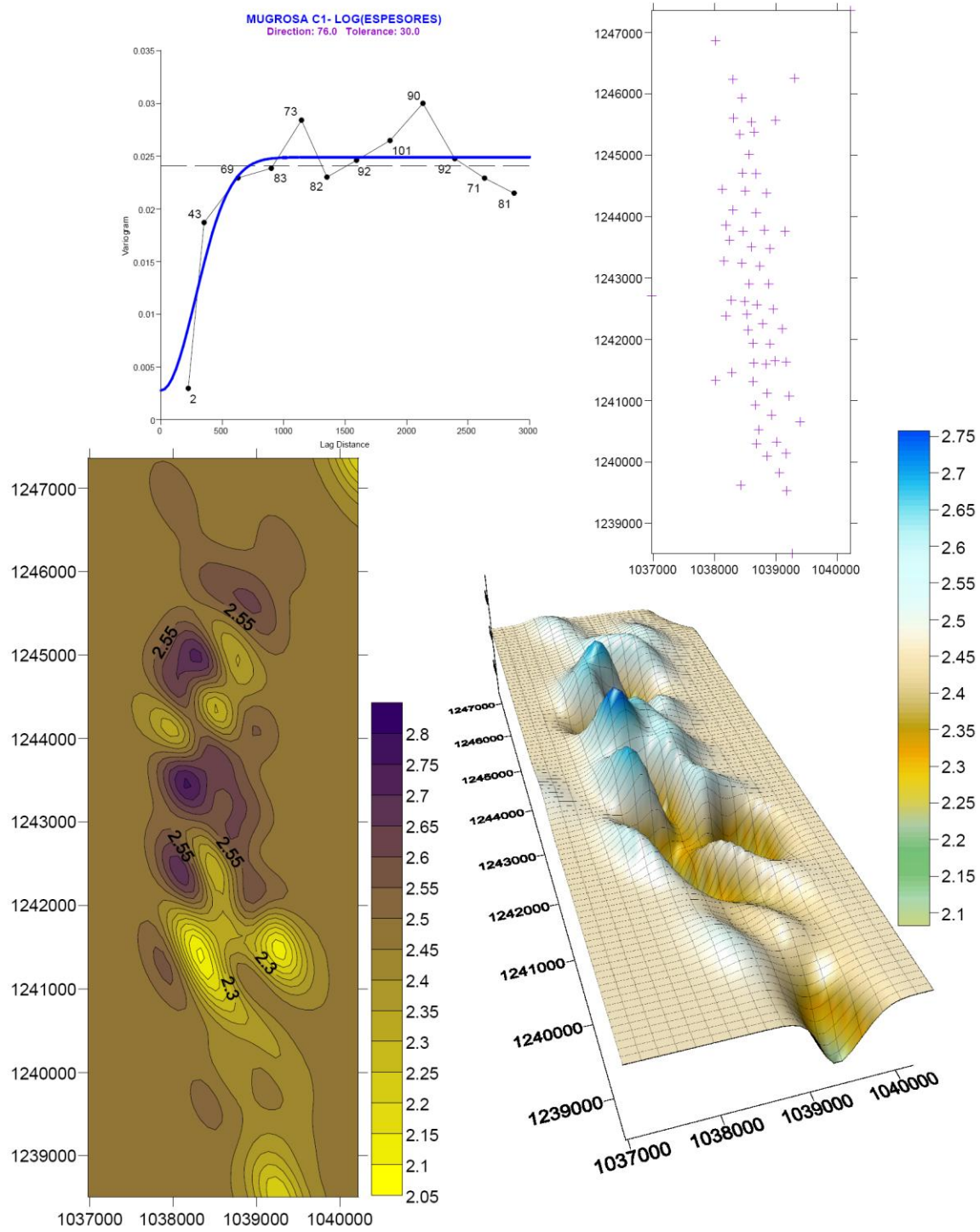
### 6.4.6.1. Generación De Mapa De Espesores Netos De Arenas Zona B2.

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPEORES) NETOS DE ARENAS ZONA B2



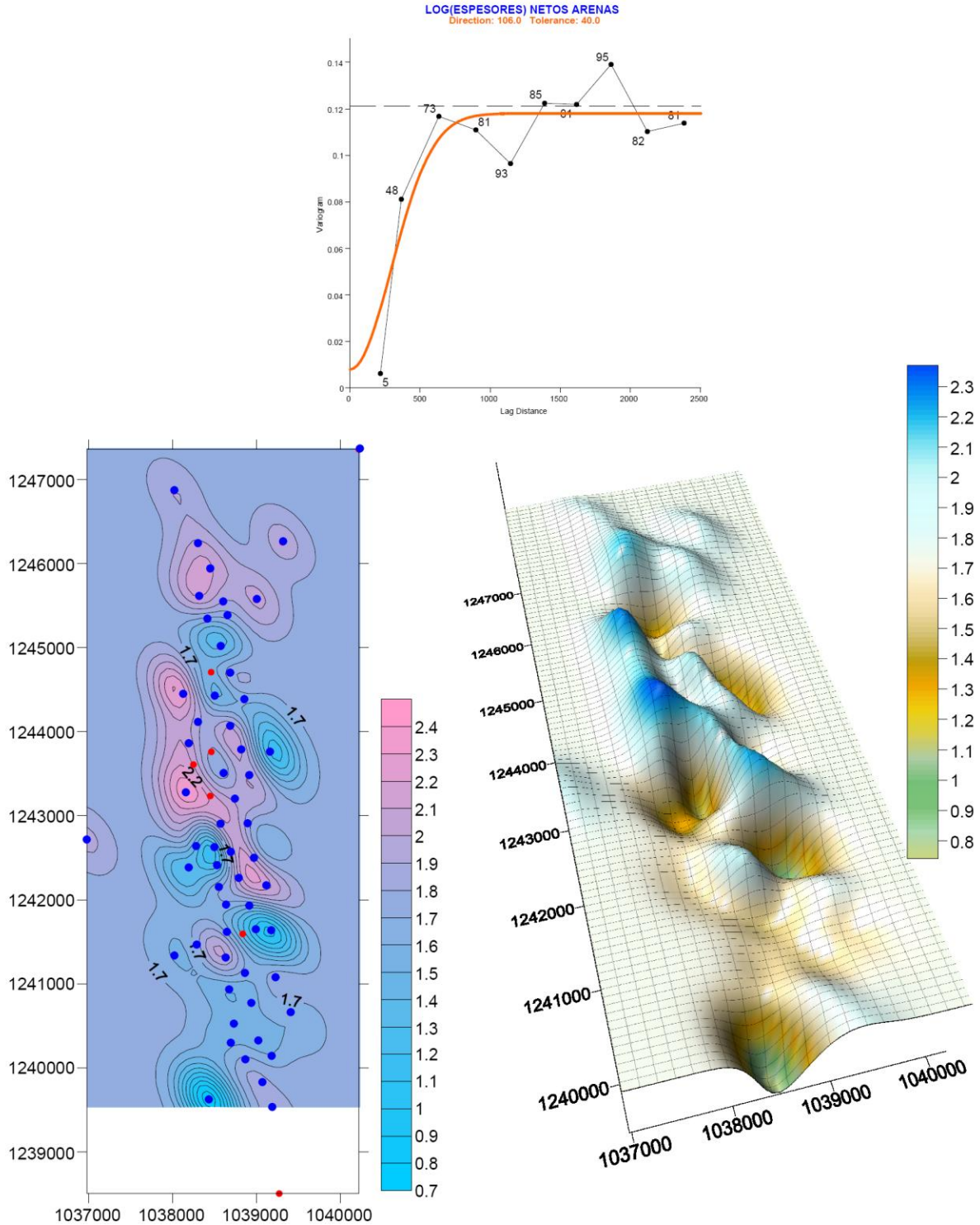
### 6.4.7. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona C1

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPESORES) MUGROSA ZONA C1



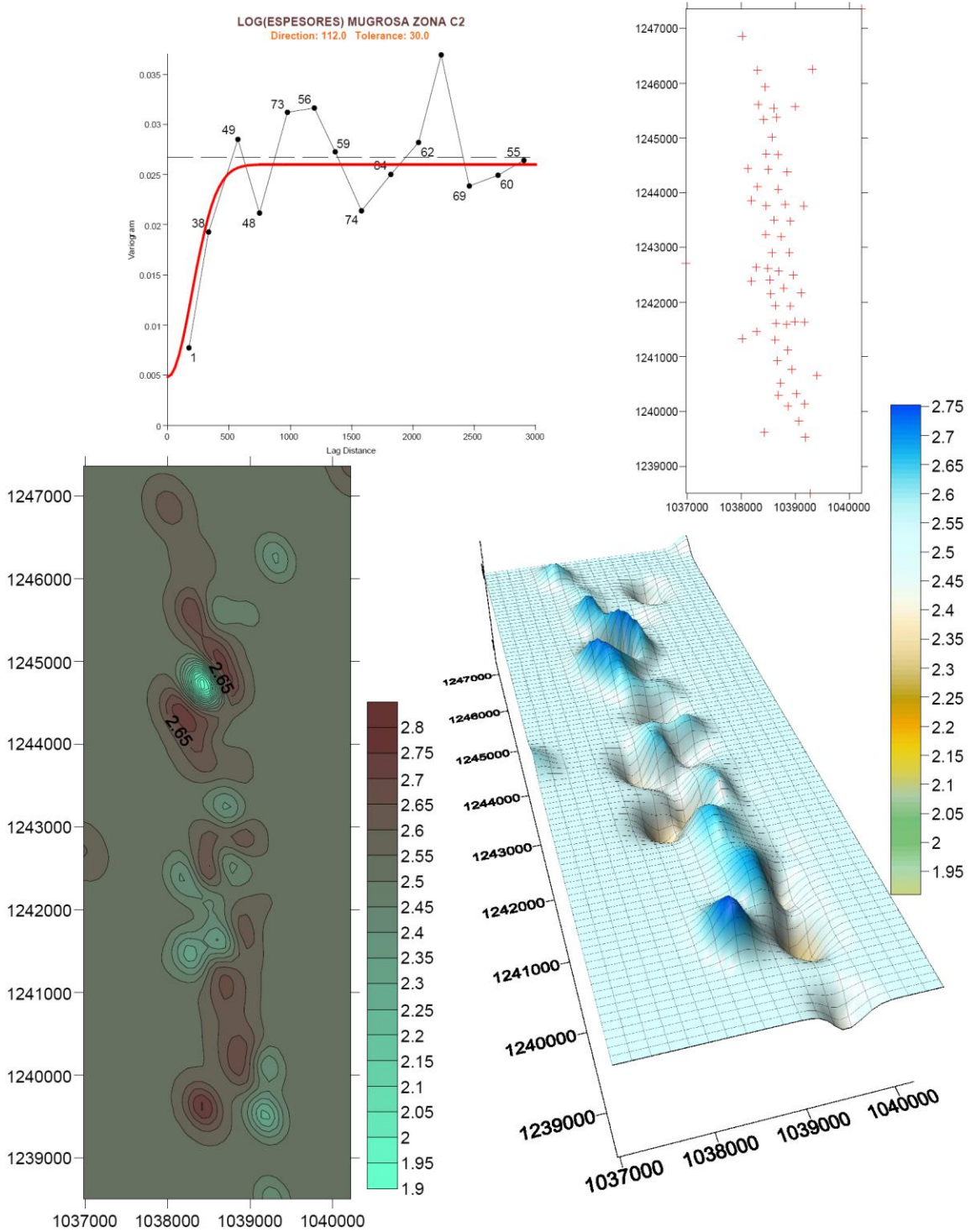
### 6.4.7.1. Generación De Mapa De Espesores Netos De Arenas Zona C1.

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPEORES) NETOS DE ARENAS ZONA C1



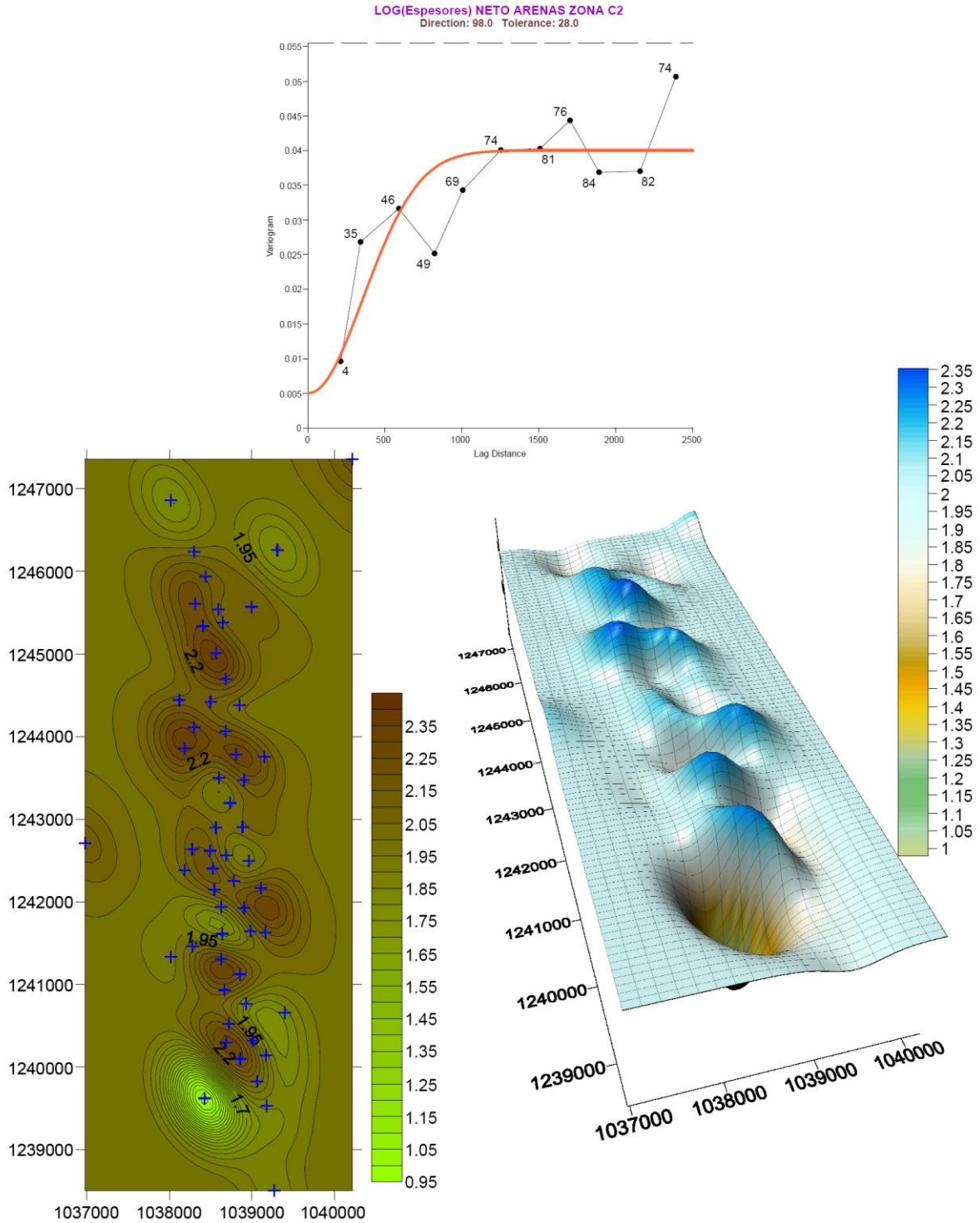
### 6.4.8. Generación de Mapa de Espesores Fm. Mugrosa Zona C2

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPESORES) MUGROSA C2



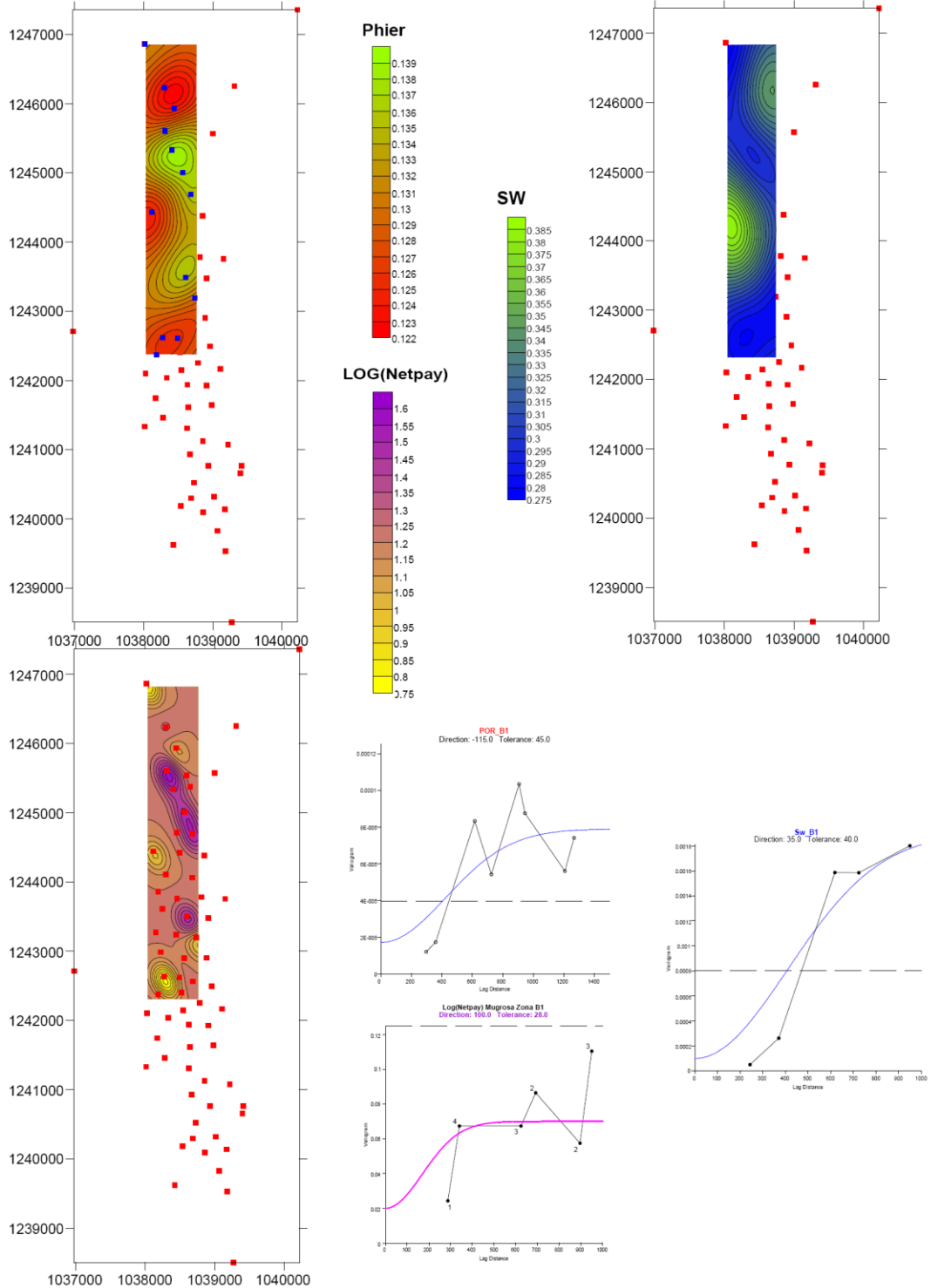
### 6.4.8.1. Generación De Mapa De Espesores Netos De Arenas Zona C2.

#### DISTRIBUCIÓN DE LOG(ESPEORES) NETOS DE ARENAS ZONA C2



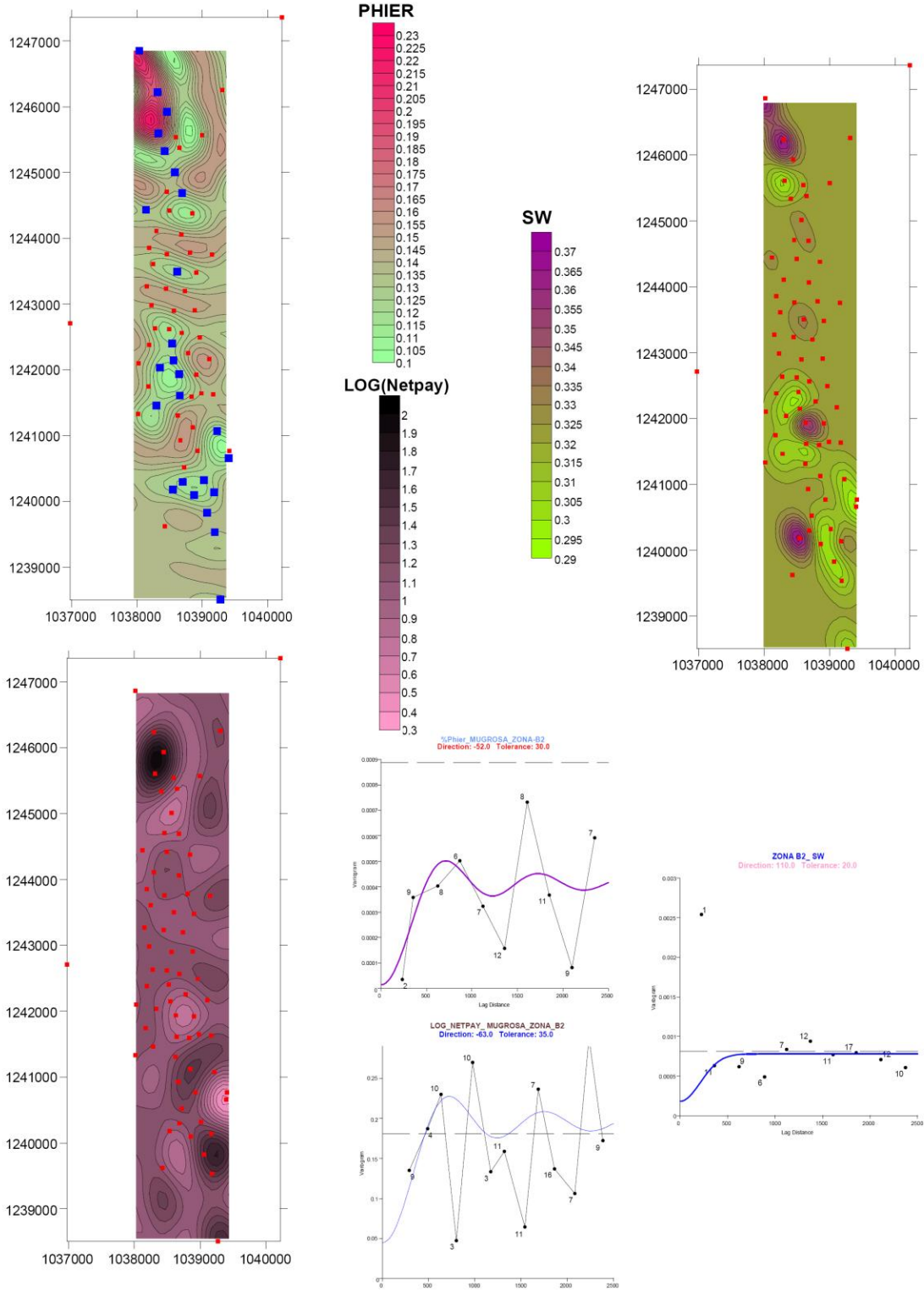
### 6.4.9. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona B1

#### DISTRIBUCIÓN DE ATRIBUTOS PETROFISICOS MUGROSA ZONA B1



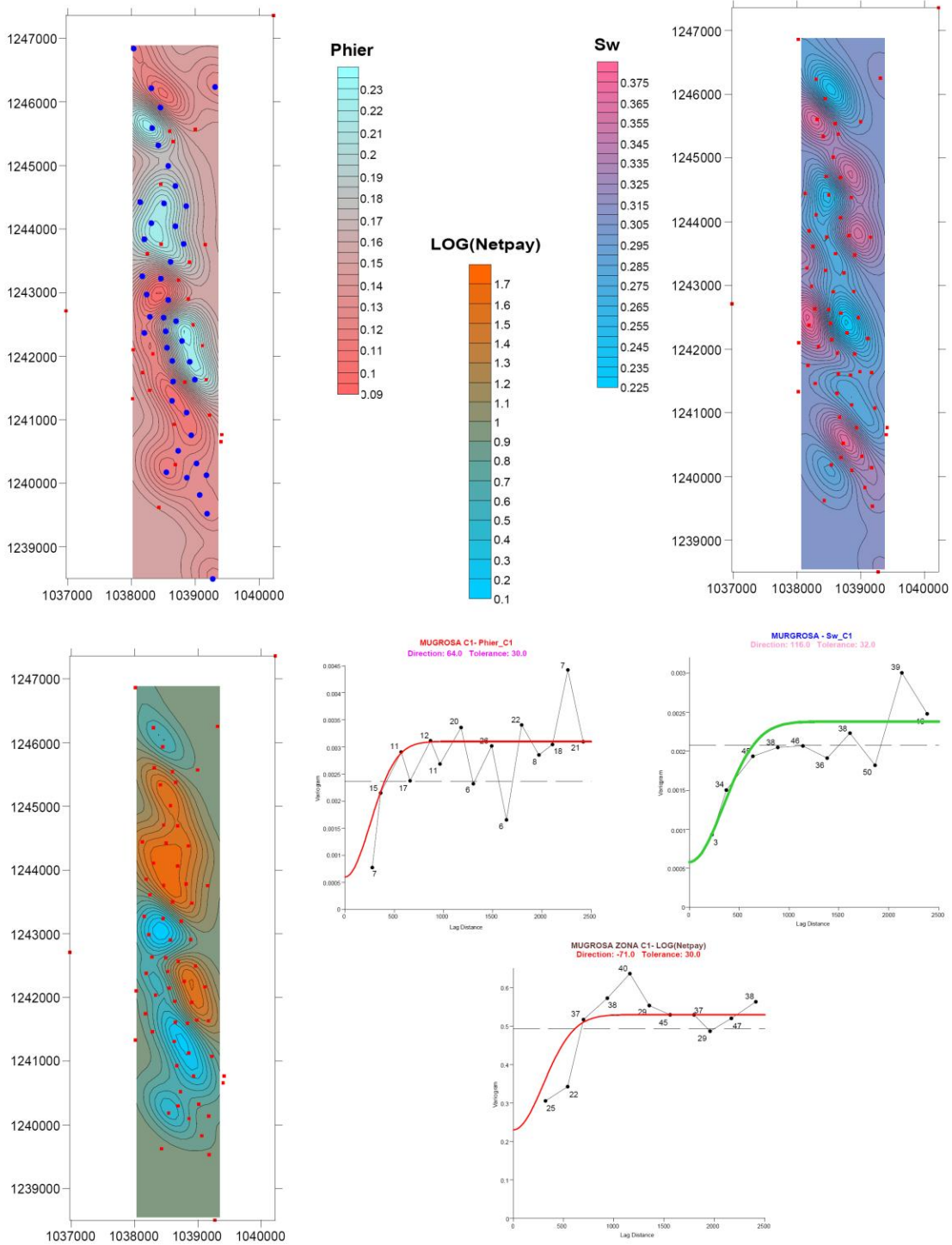
### 6.4.10. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona B2

#### DISTRIBUCIÓN DE ATRIBUTOS PETROFISICOS MUGROSA ZONA B2



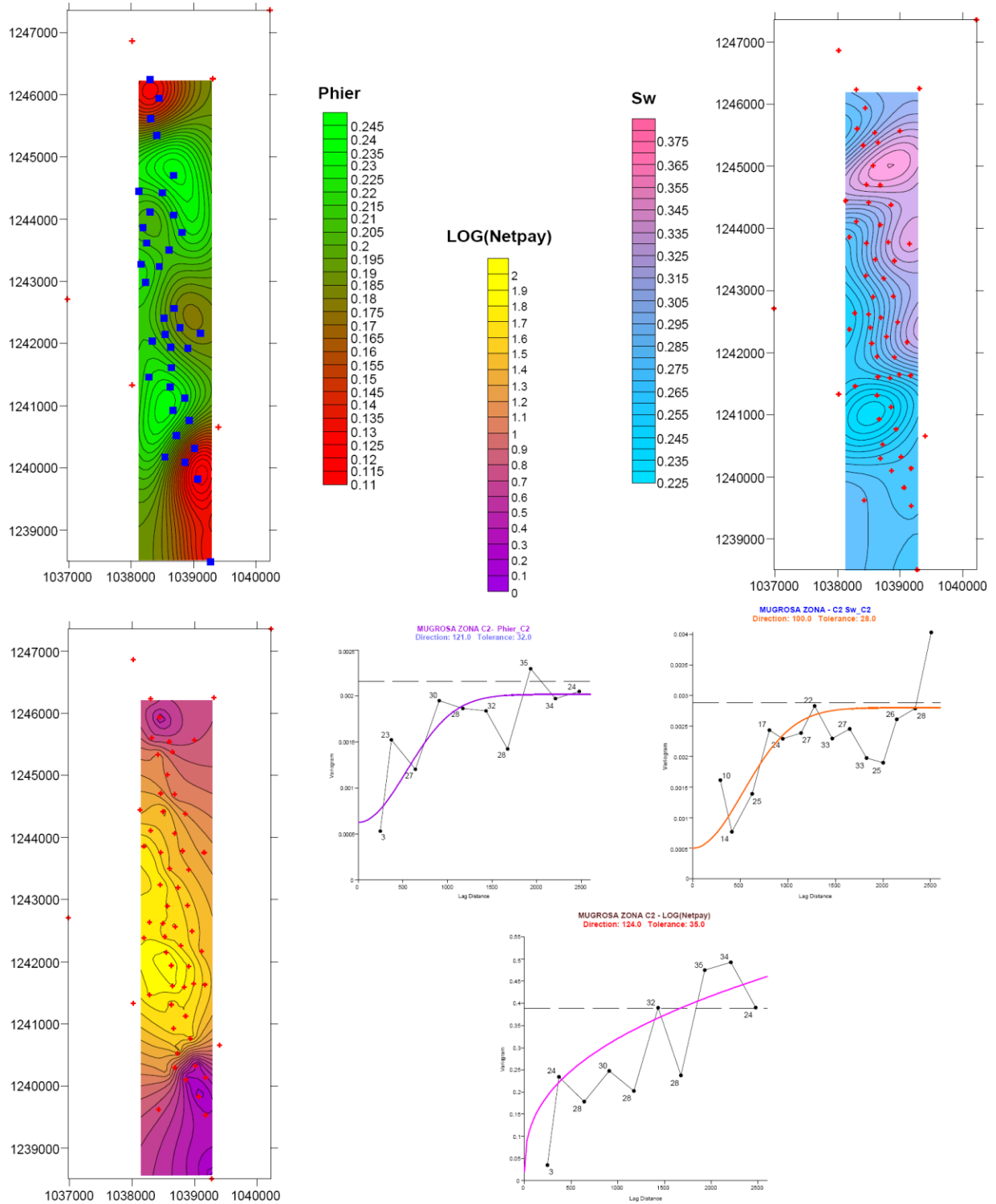
### 6.4.11. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona C1

#### DISTRIBUCIÓN DE ATRIBUTOS PETROFISICOS MUGROSA ZONA C1



## 6.4.12. Generación de Mapas de Propiedades Petrofísicas Zona C2

### DISTRIBUCIÓN DE ATRIBUTOS PETROFISICOS MUGROSA ZONA C2



A partir de la generación de mapas en este capítulo se pueden mencionar algunas generalidades acerca del software Surfer 8.0 y conclusiones relativas a su uso:



Surfer es una herramienta muy útil para la generación de mapas de distribución 2d y 3d; porque puede integrar el modelo variografico teórico en el método de estimación o interpolación como lo es el Kriging. También es posible generar distintos modelos teóricos para un mismo variograma experimental, porque no siempre el ajuste es único al comportamiento de los datos. Luego generar distintos escenarios para realizar el Krigeado es una buena opción para así lograr tomar decisiones definitivas para la interpolación y el mapeado 2D.

Surfer8 además de ser un excelente programa para el análisis espacial de datos, también es de gran utilidad para suministrar información estadística, mostrando luego de cada simulación, reportes estadísticos, crossvalidation y finalmente de salida de datos o kriging; como se puede observar en el *Apéndice 4*, donde se selecciono parte de ellos y se clasificaron de acuerdo a las zonas productoras y propiedades petrofísicas.

Algunas de las características más importantes en las propiedades de este software y con relación a las propiedades en el variograma son:

- Conjunto de datos de tamaño ilimitado
- Mostrar el variograma experimental y el modelo teórico.
- Especifica el tipo de estimación: variograma, variograma estandarizado, covarianza auto, o auto correlación.
- Especifica el variograma y los componentes del modelo: exponencial, gaussian, lineal, logarítmico, Nugget effect, power, cuadrática, racional cuadrática, esféricas, wave y modelos cúbico.
- Permite personalizar el variograma para mostrar los símbolos, la varianza, y el número de pares para cada paso.

## 7. ANALISIS DE RESULTADOS

### 7.1. Modelos Teóricos y Relaciones por Zonas, B1, B2, C1, C2.

Con base a los reportes generados se selecciono los datos importantes para el análisis espacial de las variables; se tabularon las características estadísticas como número de datos, valor mínimo, valor máximo, mediana, media, desviación estándar, coeficiente de variación, modelos teóricos y parámetros respectivos según el tipo seleccionado. Ver tabla 1.

Para el análisis geoestadístico de topes de la Formación Mugrosa por zonas productoras se incluyeron aquí los valores de las características estadísticas con y sin los pozos C-41 y C-48.

**TABLA 1. RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(TOPES) DE FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 Y C2.**

TABLA DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(TOPES) DE FORMACIÓN MUGROSA													
	DATA	Minimum	Maximum	Median	Mean	Standard Deviation	Coef. of Variation	Semi-Variogram Model	Component Type				
									Nugget Effect Error Variance	Gaussian			
										Scale	Anisotropy Length	Anisotropy Ratio	Anisotropy Angle
B1	67	3.1179	3.5633	3.2979	3.3125	0.0938	0.0283	Nugget Effect and Gaussian	0.0005	0.003	500	2	120
	65	3.1179	3.5633	3.2931	3.3079	0.0894	0.0270	Nugget Effect and Gaussian	0.0005	0.0035	620	2	120
B2	69	3.2318	3.6201	3.3839	3.4004	0.0850	0.0250	Nugget Effect and Gaussian	0.0010	0.0040	1220	1.5	105
	67	3.2318	3.6201	3.3826	3.3972	0.0826	0.0243	Nugget Effect and Gaussian	0.0010	0.0040	1200	1.8	110
C1	63	3.4787	3.6050	3.7642	3.6135	0.0569	0.0158	Nugget Effect and Gaussian	0.0001	0.0014	550	1.5	110
	61	3.4787	3.7642	3.6050	3.6120	0.0563	0.0156	Nugget Effect and Gaussian	0.00001	0.0015	500	2	115
C2	60	3.5045	3.7807	3.6465	3.6536	0.0528	0.0144	Nugget Effect and Gaussian	0.00004	0.0010	540	1.5	280
	58	3.5045	3.7807	3.6465	3.6521	0.0520	0.0142	Nugget Effect and Gaussian	0.00010	0.0010	520	1.5	115

Los ángulos de anisotropía de la distribución de topes de la Fm. Mugrosa presentan similitud de valores, entre 105° y 120°; con una dirección preferencial, siendo solo diferente para los topes de Mugrosa C1 cuando se tienen en cuenta los dos pozos C-41 y C-48. Los modelos encontrados son la combinación de dos tipos el Nugget Effect y Gaussiano en todos los casos.

La Tabla 2 son los resultados que se obtuvieron luego del análisis geoestadístico para los espesores de acuerdo a las zonas productoras de la Formación Mugrosa y para cada caso se muestra los valores de cada parámetro estadístico.

**TABLA 2. RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEORES) DE FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 Y C2.**

TABLA DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEORES) DE FORMACIÓN MUGROSA													
	DATA	Minimum	Maximum	Median	Mean	Standard Deviation	Coef. of Variation	Semi-Variogram Model	Component Type				
									Nugget Effect	Exponential/Gaussian			
										Error Variance	Scale	Anisotropy Length	Anisotropy Ratio
B1	66	2.1444	2.9739	2.5174	2.5076	0.1780	0.0710	Nugget Effect and Exponential	0.001	0.03	200	1.4	115
	64	2.1444	2.9739	2.5160	2.5005	0.1749	0.0700	Nugget Effect and Exponential	0.001	0.03	250	1.5	110
B2	69	2.3417	2.9252	2.6093	2.6333	0.1405	0.0533	Nugget Effect and Gaussian	0.0075	0.01	300	1.7	115
	67	2.3417	2.9252	2.6178	2.6379	0.1392	0.0528	Nugget Effect and Gaussian	0.0080	0.01	580	2	105
C1	63	2.0284	2.8653	2.4984	2.4631	0.1552	0.0630	Nugget Effect and Gaussian	0.0028	0.02	580	2	114.4
	61	2.0284	2.8653	2.4984	2.4669	0.1536	0.0623	Nugget Effect and Gaussian	0.0030	0.03	580	1.6	95
C2	60	1.7201	2.8084	2.5654	2.5422	0.1634	0.0643	Nugget Effect and Gaussian	0.0048	0.02	280	1.4	115
	58	1.7201	2.8084	2.5631	2.5392	0.1654	0.0651	Nugget Effect and Gaussian	0.0030	0.025	400	1.5	115

Autores

Los parámetros que se muestran en las tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, fueron asignados como los de mayor importancia al momento de estudiar la validación de los resultados.

Las Tablas 3, 4 y 5 son los resultados del análisis geoestadístico desarrollado a las propiedades petrofísicas de Phier, Sw y Netpay respectivamente. Se puede observar en la Tabla 3 los diferentes ángulos de anisotropía que se obtienen para la propiedad de porosidad para las zonas productoras; infieren la posibilidad de que el comportamiento para la Phier es distinto en cada caso, su patrón estructural es variante y que los modelos teóricos presentan longitudes distintas de correlación. En estos resultados se puede observar que no se excluye ningún pozo; se realiza su análisis con la totalidad de los mismos. Considerando que a mayor valor de coeficientes de variación (C.V) mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores; se puede apreciar altos valores para las zonas B2, C1 y C2.

**TABLA 3. RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE POROSIDAD EFECTIVA (PHIER)) DE FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 Y C2.**

TABLA DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE (PHIER) DE FORMACIÓN MUGROSA														
	DATA	Minimum	Maximum	Median	Mean	Standard Deviation	Coef. of Variation	Semi-Variogram Model	Component Type					
									Nugget Effect	Gaussian / Wave (Hole Effect)				
										Error Variance	Scale	Anisotropy Length	Anisotropy Ratio	Anisotropy Angle
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	B1	13	0.1222	0.1409	0.1289	0.1299	0.0063	0.0485	Nugget Effect and Gaussian	1.71E-05	6.18E-05	600	1.5	65
	B2	25	0.108	0.2146	0.1229	0.1353	0.0298	0.2202	Nugget Effect and Wave (Hole Effect)	1.50E-05	0.0004	160	1.5	135
	C1	42	0.1075	0.2595	0.132	0.1578	0.0487	0.3086	Nugget Effect and Gaussian	0.0006	0.0025	480	1.4	125
	C2	36	0.1075	0.2643	0.2200	0.1961	0.0464	0.2369	Nugget Effect and Gaussian	0.0006	0.0014	840	1.5	95

Autores

Los resultados para la propiedad de Sw de las zonas productoras de la Formación Mugrosa, identifica aceptables valores de C.V y los modelos teóricos encontrados son combinaciones de tipo Nugget Effect y Gaussiano. Los ángulos de anisotropía muestra buen comportamiento estructural del variograma y sus valores aunque no son similares tiene una dirección particular N-S. También es importante los porcentajes promedio de Sw para el campo cercanos a 30% para las cuatro zonas productoras de la Formación Mugrosa, B1, B2, C1 y C2. Ver Tabla 4.

Aquí las distancias correlacionables a las que se hizo considerable evaluar el semivariograma de los datos es variable, quizás a la cantidad de datos y por las características anisotrópicas que presentaba los mismos cuando se analizaba en diferentes direcciones; los valores de Sill cercanos a 0.001 en las cuatro zonas.

**TABLA 4. RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE NDICE DE SATURACIÓN DE AGUA (SW) DE FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 Y C2.**

TABLA DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE (SW) DE FORMACIÓN MUGROSA														
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	DATA	Minimum	Maximum	Median	Mean	Standard Deviation	Coef. of Variation	Semi-Variogram Model	Component Type					
									Nugget Effect	Gaussian				
										Error Variance	Scale	Anisotropy Length	Anisotropy Ratio	Anisotropy Angle
B1	13	0.2746	0.3821	0.3018	0.3013	0.0283	0.0940	Nugget Effect and Gaussian	0.0001	0.0018	1000	2	90	
B2	25	0.2857	0.3821	0.3023	0.3210	0.0285	0.0887	Nugget Effect and Gaussian	0.00018	0.0006	300	1.5	110	
C1	42	0.2240	0.3928	0.2926	0.3029	0.0456	0.1504	Nugget Effect and Gaussian	0.00058	0.0018	480	1.5	115	
C2	36	0.1747	0.4400	0.2842	0.2985	0.0537	0.1798	Nugget Effect and Gaussian	0.0005	0.0023	680	0.6	130	

Autores

En el estudio geoestadístico de las propiedades petrofísicas a diferencia de los resultados para topes y espesores donde se excluyen los pozos C-41, C-48, los valores Data que se tienen en cuenta para estos análisis se realiza una sola vez; debido que para estos casos los pozos no presenta valores en las propiedades y no hace necesario realizar dos veces la evaluación y estudio variográfico. Ver apéndice 1.

La tabla 5, muestra C.V. altos para las distribuciones de Netpay de las diferentes zonas productoras B1, B2, C1 y C2, luego mayor heterogeneidad de los valores de la variable; característica importante a tener en cuenta al momento de validar los resultados y de identificar los causantes de obtener posibles resultados no muy ajustados. Los parámetros importantes a tener en consideración son escalas diferentes y ángulos de anisotropía que se tienen para las zonas, con valores entre 90° y 145°; con una dirección particular N-S en todos los casos. Los modelos encontrados son de combinaciones Nugget Effect, Gaussiano y Wave.

**TABLA 5. RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(NETPAY) DE FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 Y C2.**

TABLA DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(NETPAY) DE FORMACIÓN MUGROSA														
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	DATA	Minimum	Maximum	Median	Mean	Standard Deviation	Coef. of Variation	Semi-Variogram Model	Component Type					
									Nugget Effect	Gaussian / Wave (Hole Effect) / Power				
										Error Variance	Scale	Anisotropy Length	Anisotropy Ratio	Anisotropy Angle
B1	13	0.602	1.712	1.161	1.210	0.353	0.292	Nugget Effect and Gaussian	0.02	0.05	250	1.5	115	
B2	25	0.176	2.122	1.041	1.141	0.426	0.373	Nugget Effect and Wave (Hole Effect)	0.045	0.15	180	1.5	90	
C1	42	0	2.039	0.903	0.958	0.703	0.734	Nugget Effect and Gaussian	0.23	0.3	480	1.8	130	
C2	36	0	2.019	1.568	1.374	0.623	0.454	Nugget Effect and Power	0.02	0.28	840	1.5	120	

Autores

Los mapas de distribución excluyendo los pozos C-41 y C-48, de topes y espesores no se muestran debido a la semejanza de los mismo con o sin ellos. El análisis variografico ayudo a corroborar que aplicando la herramienta variografica y el estudio de la misma, puede excluir estos valores cuando se encuentran los parámetros de tolerancia, longitud y ángulo de correlación más adecuado para identificar el comportamiento de probabilidad de la variable; lo que a su vez permitió ahorrar tiempo cuando se decidió hacer el mismo análisis a los espesores de arena netos del Campo Escuela Colorado, donde aquí si se incluyen los pozos C-41, C-48 y no se realiza el análisis variografico sin ellos. Ver Tabla 6 y Apéndice 2.

La Tabla 6, identifica C.V. más aceptables que los vistos de Netpay pero no atreviéndonos a decir que se presentan valores más homogéneos de la variable. Las direcciones de anisotropía continua siendo de particularidad N-S, pero esta vez con tendencia NE-SW. Se observa la combinación de variogramas teóricos de tipo Nugget Effect y Gaussiano para cada caso.

**TABLA 6. RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEJOR) NETO DE ARENAS DE FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 Y C2.**

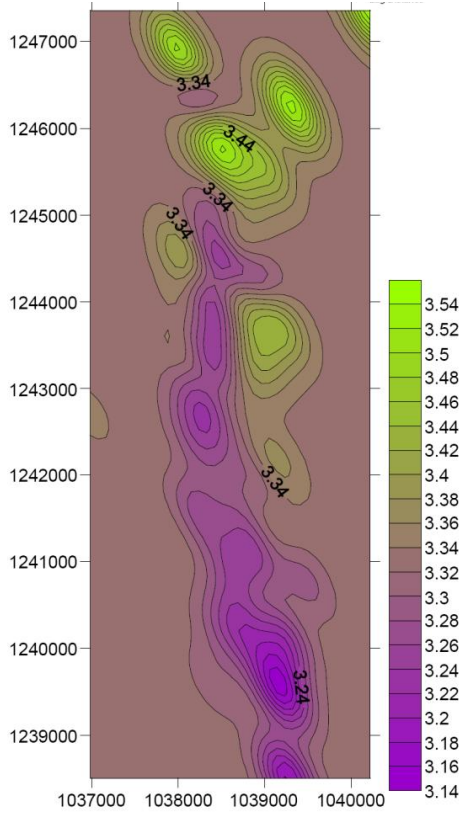
TABLA DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEJOR) NETO DE ARENAS DE FORMACIÓN MUGROSA													
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	DATA	Minimum	Maximum	Median	Mean	Standard Deviation	Coef. of Variation	Semi-Variogram Model	Component Type				
									Nugget Effect	Gaussian / Wave (Hole Effect)			
										Error Variance	Scale	Anisotropy Length	Anisotropy Ratio
B1	62	-0.167	2.454	2.045	2.454	0.362	0.181	Nugget Effect and Gaussian	0.02	0.12	550	0.6	175
B2	64	1.640	2.701	2.054	2.062	0.204	0.099	Nugget Effect and Gaussian	0.005	0.043	550	1.8	100
C1	57	0.658	2.415	1.762	1.729	0.348	0.201	Nugget Effect and Gaussian	0.008	0.110	450	1.6	125
C2	56	0.827	2.413	2.107	2.066	0.235	0.114	Nugget Effect and Gaussian	0.005	0.035	550	1.5	120

Autores

## 7.2. Análisis de Mapas Atributos Petrofísicos Vs Topes por Zonas Productoras.

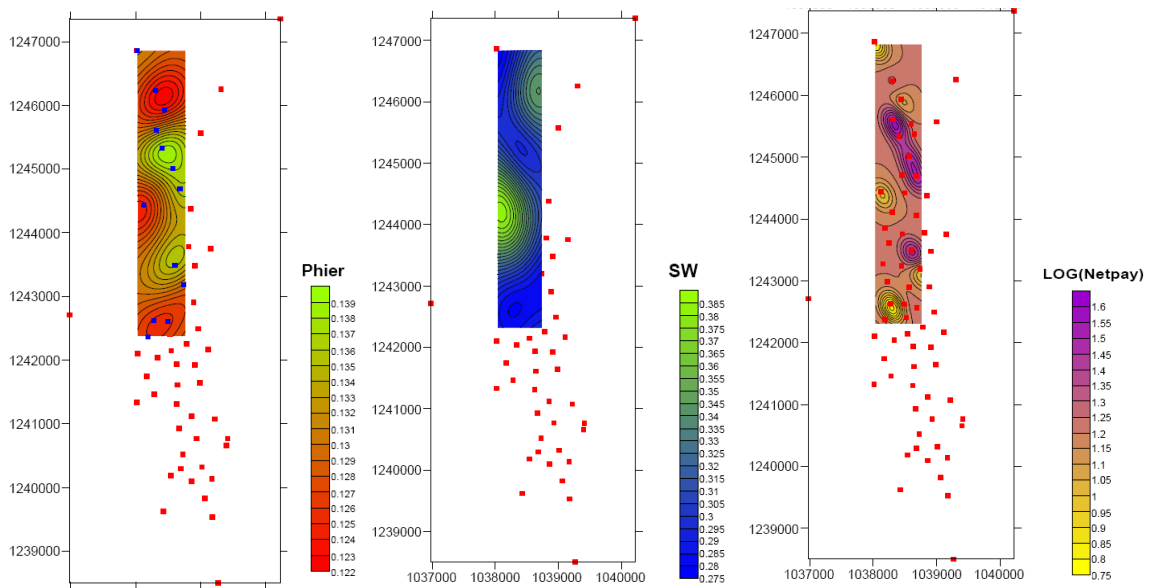
Este análisis se realiza con base solo a topes y propiedades petrofísicas.

### 7.2.1. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona B1:



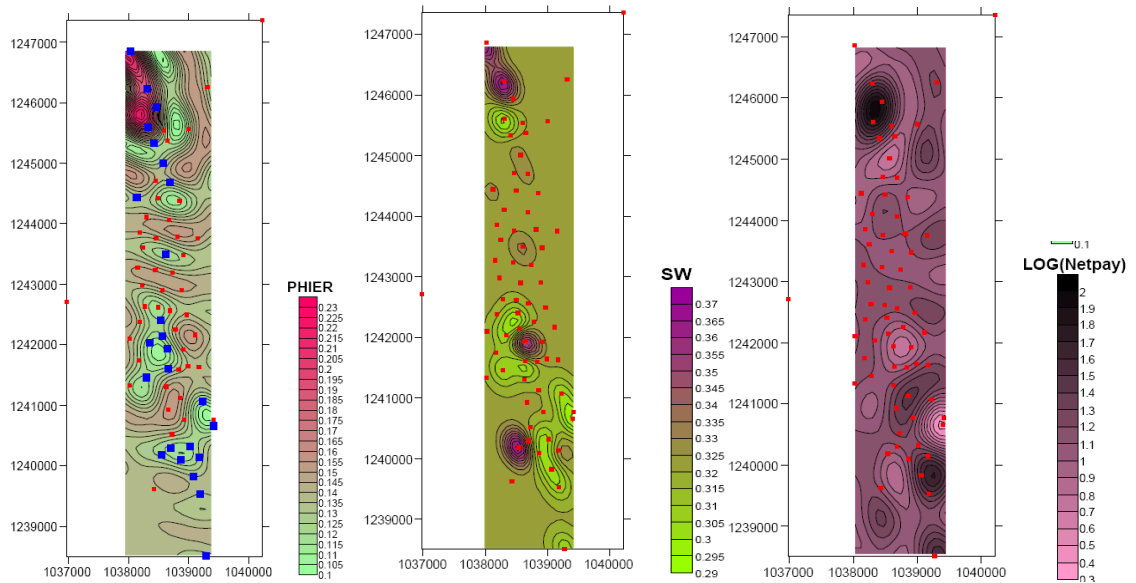
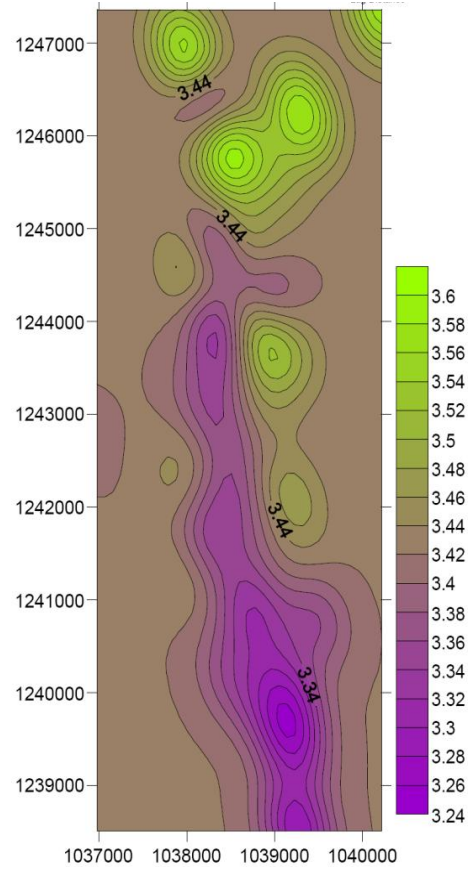
El mapa de Contorno de topes de la Zona B1 para la Formación Mugrosa, identifica el comportamiento estructural del anticlinal de colorado presente en el campo, la distribución de topes a menor profundidad por colores violetas y los más profundos por colores verdes. Los Topes más profundos están hacia el Norte del Campo y los menos profundos al Sur del mismo.

La Formación presenta algunas discontinuidades en las curvas de contorno y la más importante se encuentra sobre las coordenadas Y: 1242000 y X: 1038500. Integrando los mapas de distribución de las propiedades petrofísicas y el de topes se pueden localizar sectores con porosidades aceptables con valores de 0.13, saturación de Sw bajas de 0.2 y espesores de netpay de 40(ft) para el sector entre los pozos C-36, C-75 y C-37 y el área encerrada por los pozos C-34, C-46, C-66 y C-67.

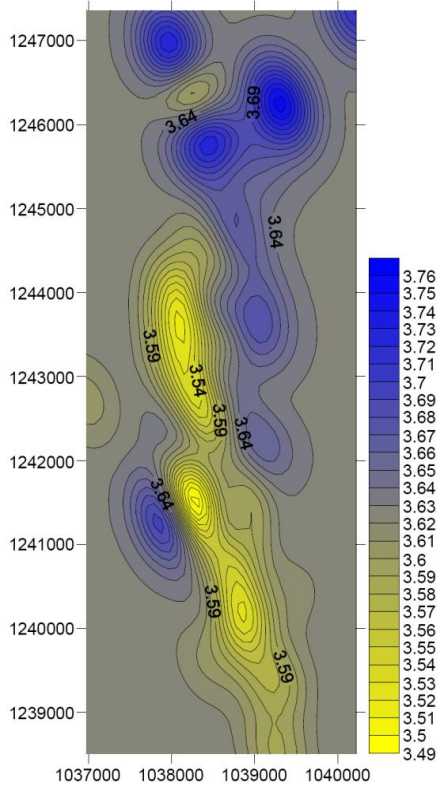


### 7.2.2. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona B2:

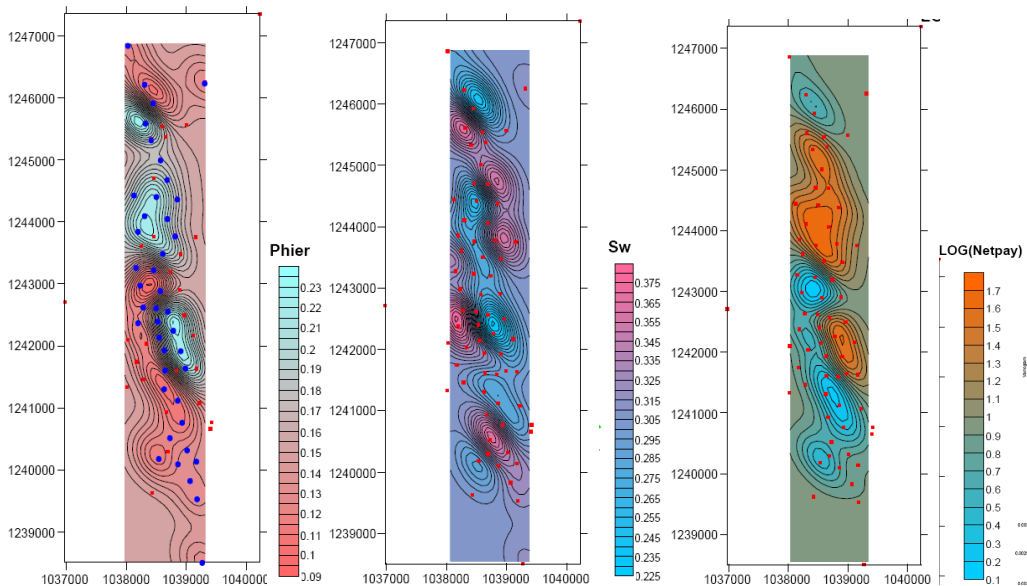
De manera similar al mapa de distribución de topes de la zona B1, el mapa de Contorno para la zona B2 de la Formación Mugrosa, identifica el comportamiento estructural del anticlinal de colorado presente en el campo, como se puede observar con los colores violetas. Las mejores regiones se localizan hacia los pozos C-54, C-57 y C49. Además el área encerrada por el pozo C-14 del bloque I y los pozos C-11 y C-70 del bloque II. La distribución de los topes de esta zona es mas continúa solo presentando una ligera interrupción al Este del pozo C-41. Las apretadas pendientes que puede presentar la formación Mugrosa en el área de C-34, la hacen atractiva en un análisis detallado, por presentar a su vez buenos valores en la distribución de propiedades petrofísicas. Al norte del campo entre los pozos C-37 y C-49 se pueden presentar porosidades de 0.23, Sw de 0.2 y netpay de 50 (ft).



### 7.2.3. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona C1:

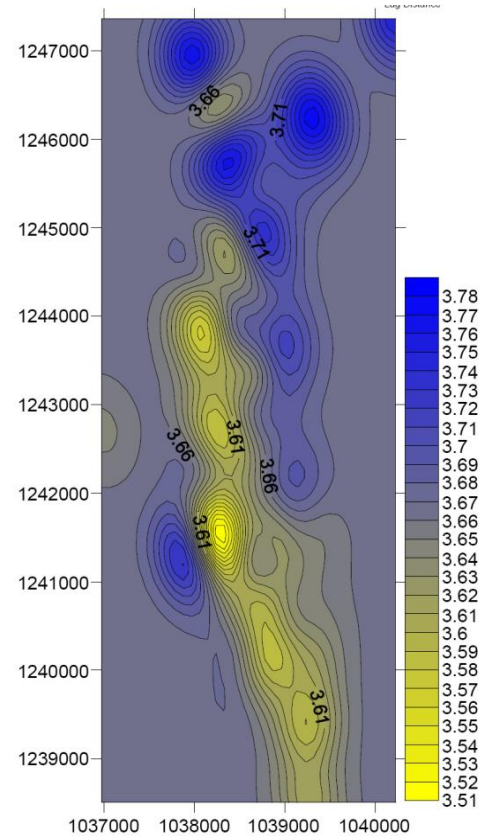


En el mapa de distribución de topes de Mugrosa C1 es importante mencionar la ligera discontinuidad que se presenta en las zonas B1 y B2; para el primer caso se puede confundir con otras que están al norte y sur respecto al pozo C-41 que se puede tomar como referencia, pues al Este se localizan las ligeras discontinuidades que presentan las isolineas de profundidades bajas para topes de la Formación Mugrosa; para la zona C1 sobre la coordenada Y: 1242000 y Y: 1242500 para B2. Se localiza hacia este sector dos áreas separadas por esta posible discontinuidad; la primera dentro de los pozos C-11, C-76 y C-14 y la segunda la norte entre los pozos C-62, C-7 y C-72. Estos sectores son ubicados de acuerdo a la integración de los mapas de distribución de propiedades de Phier, Sw y Netpay con la de los respectivos topes de la Formación Mugrosa. Analizando las porosidades para esta zona oscilan entre 0.2 y 0.1, saturaciones de agua cercanas a 0,27 y netpay de 20 (ft).

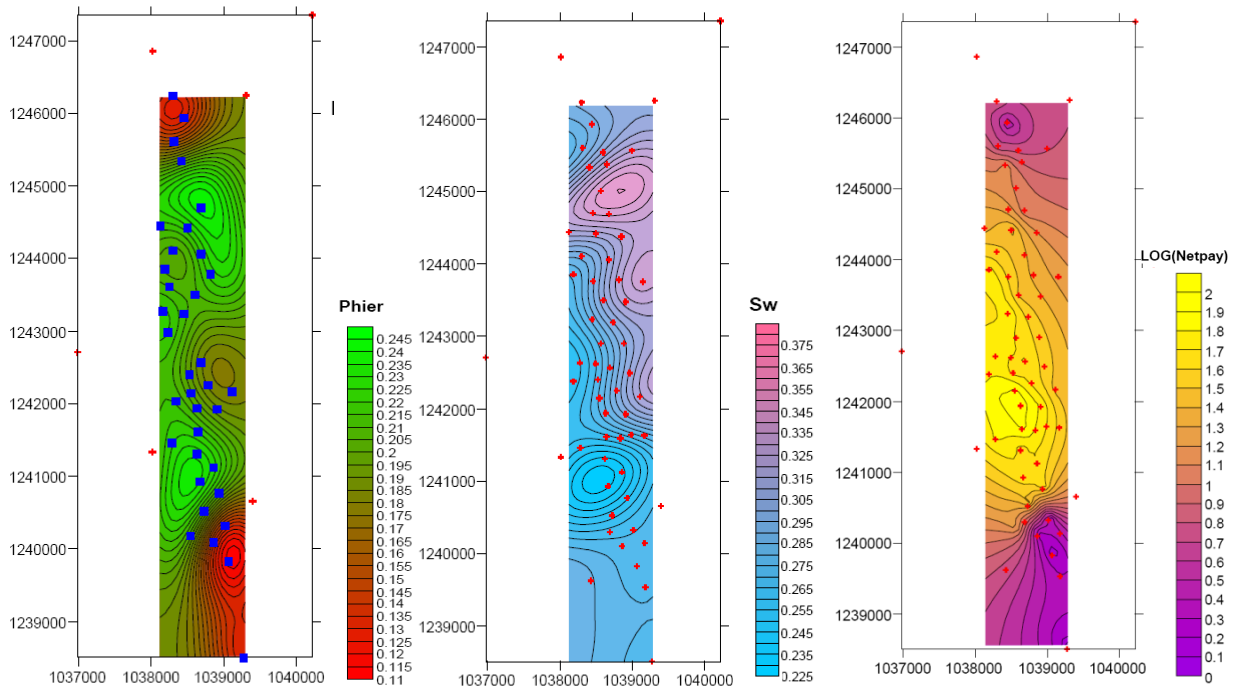


### 7.2.4. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Topes Fm. Mugrosa Zona C2:

Para la zona C2 los mapas de distribución de propiedades petrofísicas correlacionadas con los topes de dicha zona muestran una región importante de prospección dentro del área comprendida entre los pozos C-9, C-20, y C-64, la cual muestra una buena porosidad de alrededor de 0.24, Sw con valores de 0,22 y netpay de 63 y 100 (ft), sumado a que se encuentra en las partes altas del anticlinal de colorado y a su vez por la ligera discontinuidad en las líneas de contorno sobre las coordenadas Y:1242000 y X:1038500. Es un poco mas continúa la distribución de topes para esta zona de Mugrosa en cuanto a su extensión en el Campo. Cercano a otra ligera discontinuidad en los topes de la Formación Mugrosa C2, sobre las coordenadas Y: 1244000 y X: 1038300 se ubican los C-59, C-39 y C-62, enmarcando otra área de posible interés.



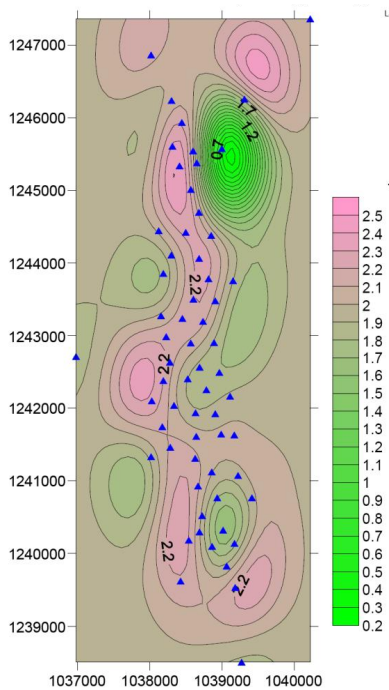
**Autores.**



### 7.3. Análisis de Mapas Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Para Zonas Productoras B1, B2, C1 y C2 de La Formación Mugrosa.

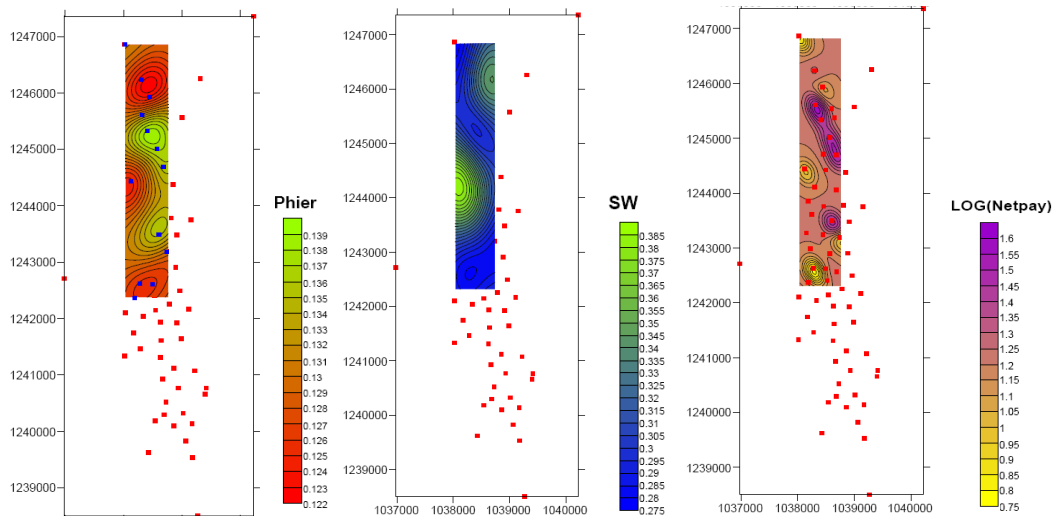
Además de querer encontrar o localizar áreas de interés exploratorio también es importante en este apartado el aspecto geológico que puede ser correlacionable con el ambiente y el modelo sedimentológico que se tiene en campo. A continuación se mencionan posibles características geológicas que de acuerdo al comportamiento en la distribución de los espesores de arenas netos para las cuatro zonas productoras, pueden distinguir particularidades del Campo.

#### 7.3.1. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona B1:



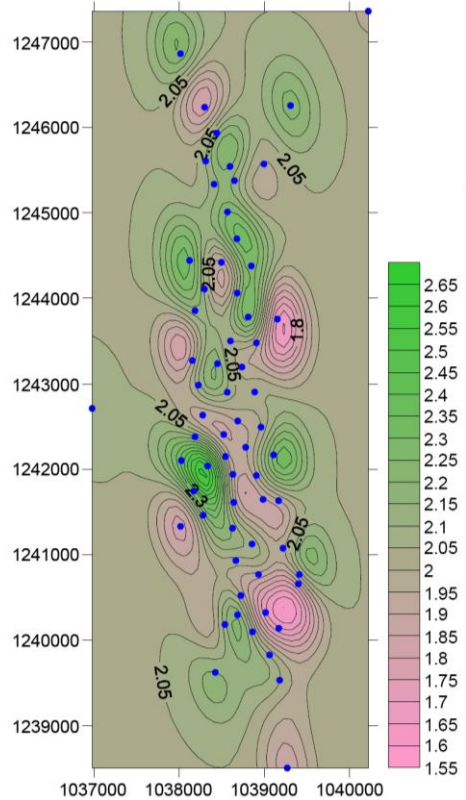
Es evidente el ligero comportamiento de tipo sinusoidal de los espesores de arena netos para la Formación Mugrosa que se extienden de N-S típico de depósitos de río meandriformes, con un patrón de adelgazamiento o ligeras discontinuidades en las curvas de contorno; como se puede apreciar sobre en las coordenadas Y: 1241500 y X: 1038000; dentro de los pozos C-28, C-9, C-64 y C-20. Algo similar ocurre sobre las coordenadas Y: 1243500 y X: 1038500. Estos patrones de cambios en los espesores puede deberse a cambios laterales de facies de sedimentación y también a fallamientos estructurales que haya sufrido la Formación durante la evolución geológica de la cuenca. La integración de espesores de arena netos, topes y propiedades petrofísicas localiza efectivamente franjas buenas de almacenamiento entre los pozos C-36, C-75 y C-37 y el área encerrada por los pozos C-34, C-46, C-66 y C-67. Ver capítulo 7.4.

**Autores.**

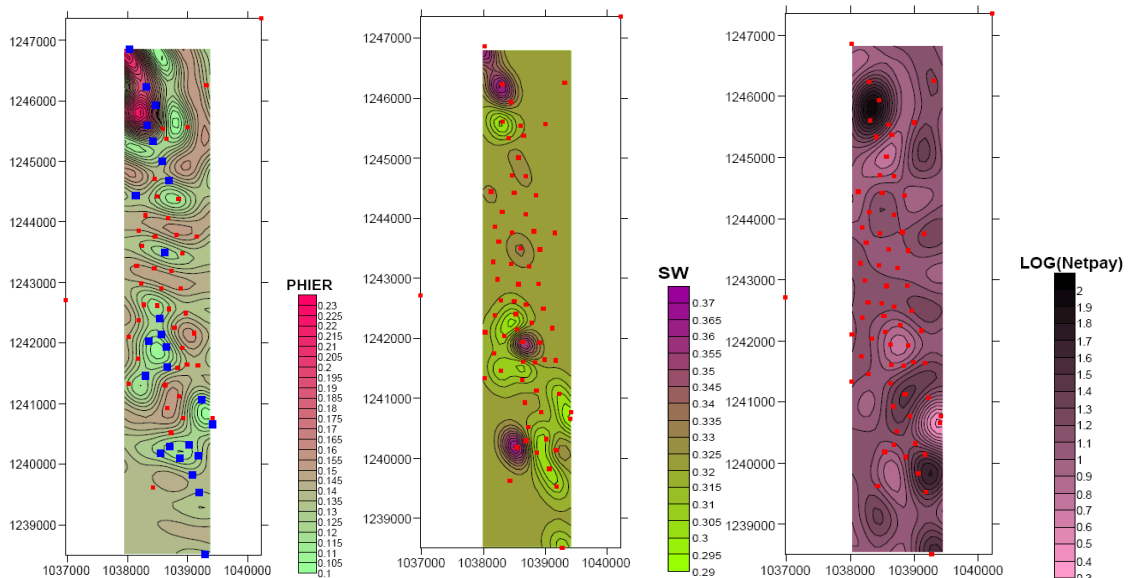


### 7.3.2. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona B2:

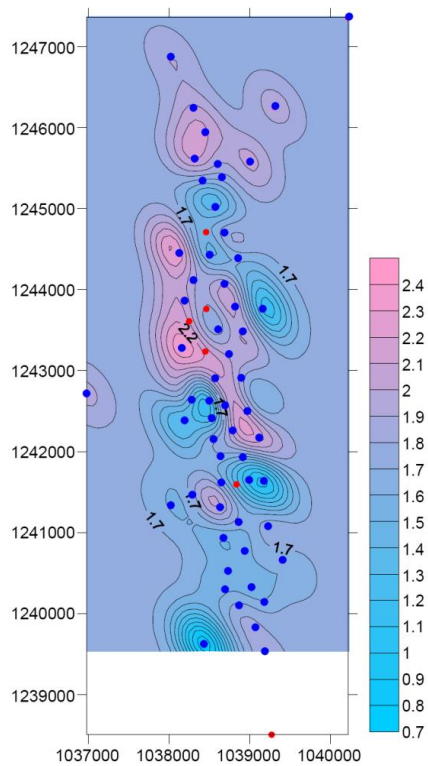
La marcada diferencia con respecto a la distribución de los espesores de arena netos de la zona B1 para la Formación Mugrosa con los de la zona B2, hacen poco identificable el patrón sinuoso mencionado anteriormente; pero aún así se puede observar el comportamiento extensivo de Norte a Sur en la distribución de los espesores en el Campo. Las discontinuidades en las curvas de nivel son más evidentes y sus adelgazamientos ocurren en todo el campo. De igual manera integrando los mapas de distribución de propiedades petrofísicas, espesores y topes de la Formación Mugrosa para la zona B2; se puede localizar regiones donde estas características son favorables para el almacenamiento de hidrocarburos y están entre los pozos C-24, C-27, C-15 y C-10. Y también entre los pozos C-40, C34, C45 y C-72; donde se presenta una porosidad de 0.16 una  $S_w$  de 0.3 y un espesor de 15 (ft). **Ver capítulo 7.4.**



#### Autores.



### 7.3.3. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona C1:

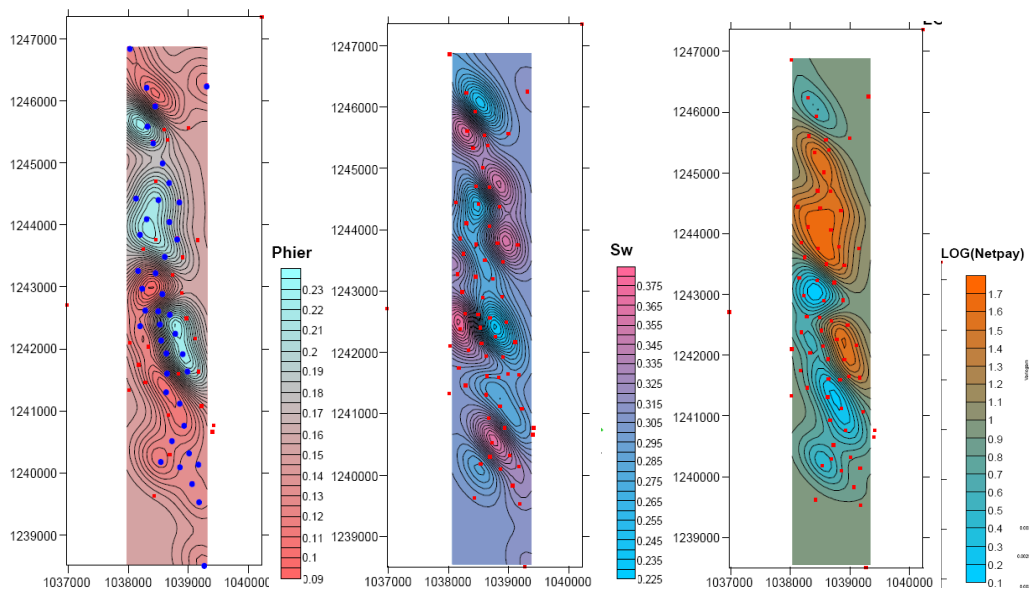


Se observa en el mapa de distribución de Log(espesores) de arena netos de la Formación Mugrosa una leve homogénea distribución de espesores en el centro de campo con valores que oscilan entre 75 y 200 (ft). En esta área del campo los topes a los que se encuentra la formación aún parecen estar dentro de la estructura del anticlinal de Colorado no descartando la posibilidad de que la falla principal de dirección N-S pueda estar generando el entrapamiento por sus cercanías al sector además del adelgazamiento y ligera variación en las curvas de contorno para los espesores de arena netos. Los pozos involucrados son C-62, C66 y C67.

Otro sector con características buenas para el almacenamiento de hidrocarburo pueden estar en cercanías a las coordenadas Y: 1242000 y X: 1038500 hacia el Este, sobre la ligera discontinuidad que fue analizada en la distribución de topes para esta misma Formación; hacia el pozo C-12 y C-52. **Ver capítulo**

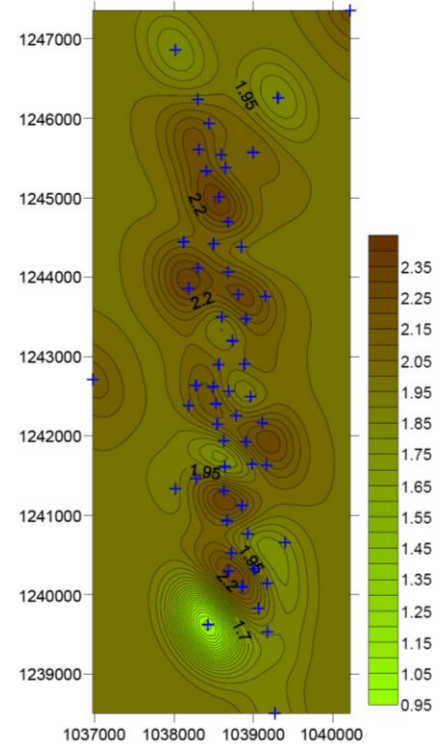
### 7.4.

#### Autores.

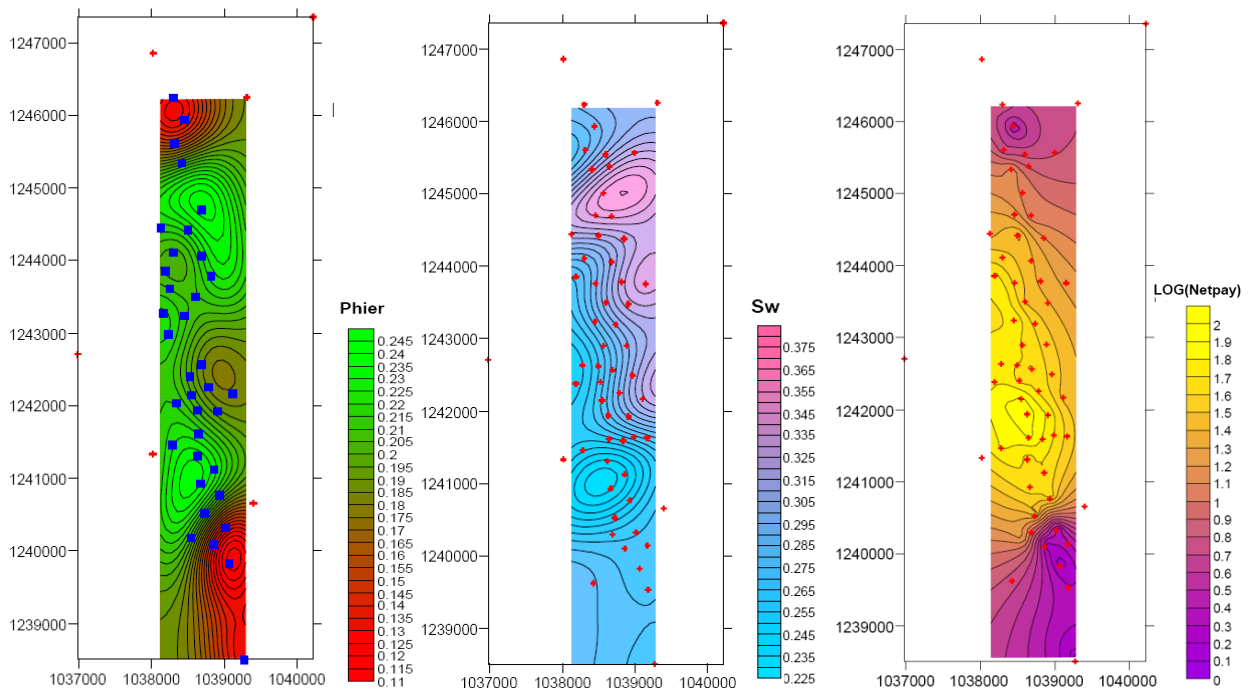


### 7.3.4. Mapas de Atributos Petrofísicos Vs Espesores Netos de Arena Zona C2:

En los mapas de distribución de propiedades petrofísicas Phier, Sw y Netpay para la zona C2, se puede apreciar la ligera continuidad y valores que toma cada una de estas en todo el campo y que a su vez puede se asociado este comportamiento a su posible continuidad lateral de la Formación Mugrosa que se aprecia un poco en el mapa de distribución de espesores de arena netos. Las franjas de mayor espesor toman un color más oscuro conforme aumenta los espesores. Se podría inferir con ayuda del modelo sedimentológico que se tiene del campo que para esta zona de la Formación Mugrosa que el patrón de dirección de la corriente fue preferencialmente N-S, sin un marcado cambio lateral de facies, lo que permite también suponer las homogeneidades en cuanto a las propiedades petrofísicas y mostrando gran parte de la estructura del anticlinal de Colorado como una zona con mucho potencial para almacenar hidrocarburos. Seleccionando así áreas entre los pozos C-13, C-15, y C-38 ubicados al Sur del campo. Y los pozos C-70, -C64 y C-11 al centro del campo. **Ver capítulo 7.4.**



**Autores.**



### 7.4. Localización de Áreas y Posibles Sectores Prospectivos

Figura 29. – Localización de áreas de interés para almacenamiento de hidrocarburos.



Los círculos de color negro marcan las áreas de gran interés para prospectar hidrocarburos en el Campo, de acuerdo a la integración de mapas de distribución de propiedades, topes y espesores de la Formación Mugrosa, para las zonas productoras B1, B2, C1 y C2.

### 7.5. Validación de Resultados.

A continuación se describen las distintas combinaciones de los modelos teóricos encontrados en la evaluación de Semivariogramas para cada propiedad analizada, topes, espesores, espesores de arena netos y atributos petrofísicos. Además se ilustran los valores de parámetros estadísticos antes y después del análisis de estimación; estos son: el numero de datos al que se le realizo el análisis, la desviación estándar, el coeficiente de variación, la media y el error estándar.

La **Tabla 7**, muestra el análisis de topes para las cuatro zonas productoras de la Formación Mugrosa, B1, B2, C1 y C2. Sus valores considerables como aceptados y cercanos para los coeficientes de variación en todos los casos son cercanos al inicial; luego los errores estándar después de la estimación son buenos siendo menores a los iniciales. Si comparamos los valores de la media también son similares mostrando nuevamente el ajuste del modelo encontrado para cada caso.

**TABLA 7. VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(TOPES) DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 y C2.**

VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(TOPES) DE FORMACIÓN MUGROSA										
	DATA	Standard Deviation	Coef. of Variation	Mean	Error Standard	Z KRIGING				
						Z Standard Deviation	Z Coef. of Variation	Error Standard	Mean	
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	B1	67	0.094	0.028	3.312	0.011	0.045	0.013	0.005	3.330
	B2	69	0.085	0.025	3.400	0.010	0.071	0.021	0.009	3.442
	C1	63	0.057	0.016	3.614	0.007	0.033	0.009	0.004	3.626
	C2	60	0.053	0.014	3.654	0.007	0.032	0.009	0.004	3.663

Autores

El análisis de la validación para los espesores de las cuatro zonas productoras de la Formación Mugrosa, B1, B2, C1 y C2 se puede observar en la **Tabla 8**. Se encontraron valores de desviaciones estándar por debajo de los iniciales antes de la estimación, lo que se infiere que en que la distribución para los espesores los resultados obtenidos presentan una buena correlación de datos y su homogeneidad es ajustable a la real. Si se tiene en cuenta el porcentaje en la diferencia de errores estándar se puede ver que los valores son cercanos a 1,5%, considerable como muy buenas si establecemos que un buen ajuste se encuentra en rangos de 1 a 5%, regulares entre 5 a 10% y malos por encima de estos rangos. Los valores de la media no muestran variación alguna, lo que se muestra nuevamente la importancia y la eficiencia en la aplicación de esta técnica y metodología geoestadística.

**TABLA 8. VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEORES) DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 y C2.**

VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEORES) DE FORMACIÓN MUGROSA										
	DATA	Standard Deviation	Coef. of Variation	Mean	Error Standard	Z KRIGING				
						Z Standard Deviation	Z Coef. of Variation	Error Standard	Mean	
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	B1	66	0.178	0.071	2.508	0.022	0.050	0.020	0.006	2.511
	B2	69	0.140	0.053	2.633	0.017	0.034	0.013	0.004	2.633
	C1	63	0.155	0.063	2.463	0.020	0.071	0.029	0.009	2.467
	C2	60	0.163	0.064	2.542	0.021	0.050	0.020	0.006	2.540

Autores

En los mapas de distribución que se muestran en el capítulo 6, se puede observar los diferentes modelos teóricos que se ajustaron para cada Semivariograma en cada caso por zona productora, además de una visualización de la grilla encontrada en 3D con sus respectivas escalas de valores.

En la Tabla 9 se puede observar que para todos los casos cuando se realizo en cálculo de la media después de aplicar la técnica de krigado se obtuvieron valores muy similares; generando un buen patrón de referencia además de los pequeños valores de errores estándar para cada uno de los análisis de distribución de Phier por zonas productoras de Mugrosa. Los valores de desviaciones estándar y coeficientes de variación son bajos lo que se infiere también una buena correlación de los datos iniciales ó su homogeneidad en su distribución.

**TABLA 9. VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE (PHIER) DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 y C2.**

VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE (PHIER) DE FORMACIÓN MUGROSA									
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	DATA	Standard Deviation	Coef. of Variation	Mean	Error Standard	Z KRIGING			
						Z Standard Deviation	Z Coef. of Variation	Error Standard	Mean
B1	13	0.006	0.049	0.130	0.002	0.004	0.031	0.001	0.130
B2	25	0.030	0.220	0.135	0.006	0.017	0.120	0.003	0.138
C1	42	0.049	0.309	0.158	0.008	0.028	0.180	0.004	0.155
C2	36	0.046	0.237	0.196	0.008	0.031	0.160	0.005	0.195

Autores

En las **Tablas** 10 y 11 se aprecian las comparaciones de los mismos parámetros analizados anteriormente y encontrando gran particularidad de los resultados geoestadísticos para Sw en valores de errores estándar antes de la estimación que oscilan entre 0.006 y 0.009 de las zonas productoras. Los valores muy similares de la media también son muy claros, solo siendo diferente un poco para la zona C1 de Mugrosa que antes de la estimación es de 0.29 y después de 0.31.

**TABLA 10. VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE (SW) DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 y C2.**

VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE (SW) DE LA FORMACIÓN MUGROSA										
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	DATA	Standard Deviation	Coef. of Variation	Mean	Error Standard	Z KRIGING				
						Z Standard Deviation	Z Coef. of Variation	Error Standard	Mean	
	B1	13	0.028	0.094	0.301	0.008	0.026	0.083	0.007	0.314
	B2	25	0.028	0.089	0.321	0.006	0.008	0.026	0.002	0.321
	C1	42	0.046	0.150	0.303	0.007	0.023	0.074	0.003	0.306
	C2	36	0.054	0.180	0.298	0.009	0.047	0.150	0.008	0.312
	<b>Autores</b>									

Los modelos presentaron buenos ajustes con coeficientes de variación similares a los iniciales. La distribución que presentó un excelente ajuste se presentó para la zona C1, por sus diferencias de errores estándar que en porcentaje son aproximados a 1%, además por presentar un buen patrón de correlación cuando fue evaluado el Semivariograma para esta propiedad.

En la **Tabla 11**, los valores de la media son cercanos antes y después de la estimación. Los Coeficientes de variación solo para el caso de la distribución de netpay para la zona productora C2, presenta una diferencia, mostrando la complejidad o diferencias de los valores para la zona. El modelo lo hace ajustable por los valores similares de desviaciones estándar y los valores en la media aritmética.

**TABLA 11. VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(NETPAY) DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 y C2.**

VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(NETPAY) DE LA FORMACIÓN MUGROSA										
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	DATA	Standard Deviation	Coef. of Variation	Mean	Error Standard	Z KRIGING				
						Z Standard Deviation	Z Coef. of Variation	Error Standard	Mean	
	B1	13	0.353	0.292	1.210	0.098	0.113	0.094	0.031	1.212
	B2	25	0.426	0.373	1.141	0.085	0.187	0.168	0.037	1.113
	C1	42	0.703	0.734	0.958	0.108	0.312	0.326	0.048	0.959
	C2	36	0.623	0.454	1.374	0.104	0.474	0.406	0.079	1.167

Autores

En la **Tabla 12**, se muestran los valores en los parámetros estadísticos encontrados para espesores de arena netos por Formación productora los valores de la media son muy similares luego de la estimación para cada caso. Los Coeficientes de variación están por debajo de los iniciales y solo para el caso de la zona B1 es casi el mismo al inicial. Los porcentajes en las diferencias de errores estándar oscilan entre 1% y 3% luego están dentro del rango de un buen ajuste. Los mapas generados de este análisis son los utilizados para integrar e interpretar con los mapas de distribución de propiedades petrofísicas descritos en el *capítulo 7.3*.

Finalmente comparamos los mapas obtenidos con los que se tienen del Campo por estudios anteriores e informes realizados de Campo Escuela Colorado. Se intento de una manera sencilla y fácil de visualización para la comparación mostrarlos con algunas características de los anteriores modelos, luego sobrepusimos el sistema de fallas del campo sobre los mapa encontrados para algunos de ellos y enmarcamos o resaltamos algunos límites que definieron para la estimación de la propiedad o variable.

**TABLA 12. VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEORES) DE ARENAS NETOS DE LA FORMACIÓN MUGROSA PARA ZONAS PRODUCTORAS B1, B2, C1 y C2.**

VALIDACIÓN DE RESULTADOS GEOESTADÍSTICOS DE LOG(ESPEORES) DE ARENAS NETOS DE LA FORMACIÓN MUGROSA										
	DATA	Standard Deviation	Coef. of Variation	Mean	Error Standard	Z KRIGING				
						Z Standard Deviation	Z Coef. of Variation	Error Standard	Mean	
ZONAS PRODUCTORAS DE MUGROSA	B1	62	0.362	0.181	2.001	0.046	0.249	0.127	0.032	1.956
	B2	64	0.204	0.099	2.062	0.026	0.096	0.047	0.012	2.049
	C1	57	0.348	0.201	1.729	0.046	0.171	0.098	0.023	1.741
	C2	56	0.235	0.114	2.066	0.031	0.135	0.068	0.018	1.993

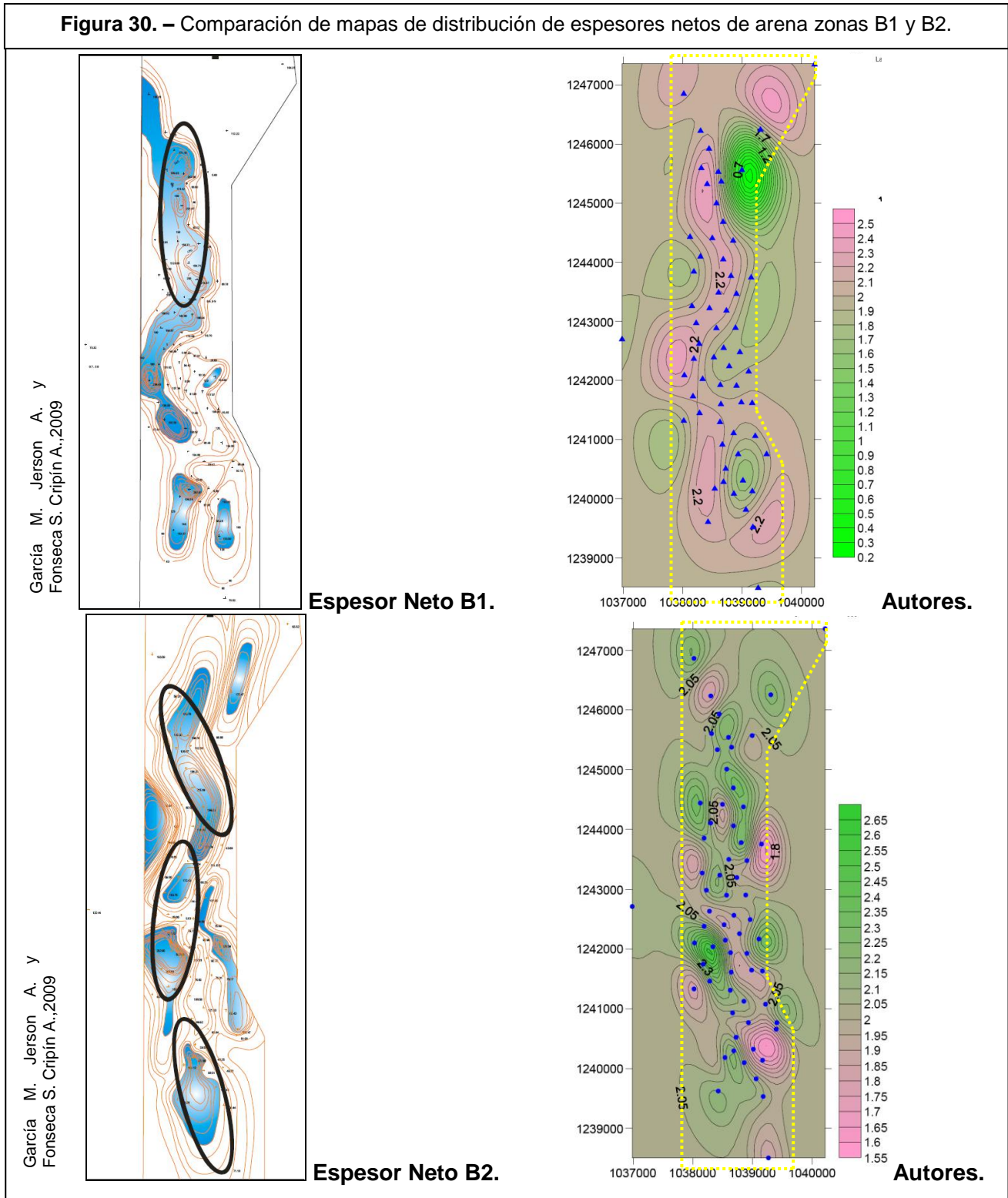
Autores

Las interpretaciones realizadas y los pozos cercanos a los respectivos sectores prospectos como se muestran en el *Numeral 7.4*; pueden ser validados con pozos productores del Campo como se muestra en la Figura 38; donde se localizan las áreas interpretadas y los pozos productores del campo.

La técnica y metodología aplicada al presente estudio puede ser calificada con los mapas de distribución que se muestran a continuación, por si solas dejan ver claramente que los resultados son considerablemente buenos y reflejando así la importancia que se le puede dar a los estudios geoestadísticos para la exploración y reactivación de campos petrolíferos. El modelo integrado del yacimiento, (Petrofísica, Sísmica, Geoquímica, Geología y Geoestadística) pueden sin lugar a duda definir mejor y con exactitud las franjas laterales en profundidad de los paquetes que están hospedando el crudo además de la simulación 3D más sofisticada para el cálculo de reservas y potencial de producción del campo.

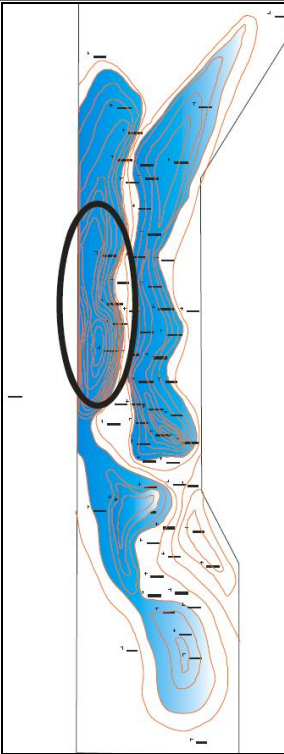
Comparación de mapas de espesores de arena netos de la Formación Mugrosa zonas B1 y B2 con otros que se tienen del campo:

**Figura 30. – Comparación de mapas de distribución de espesores netos de arena zonas B1 y B2.**

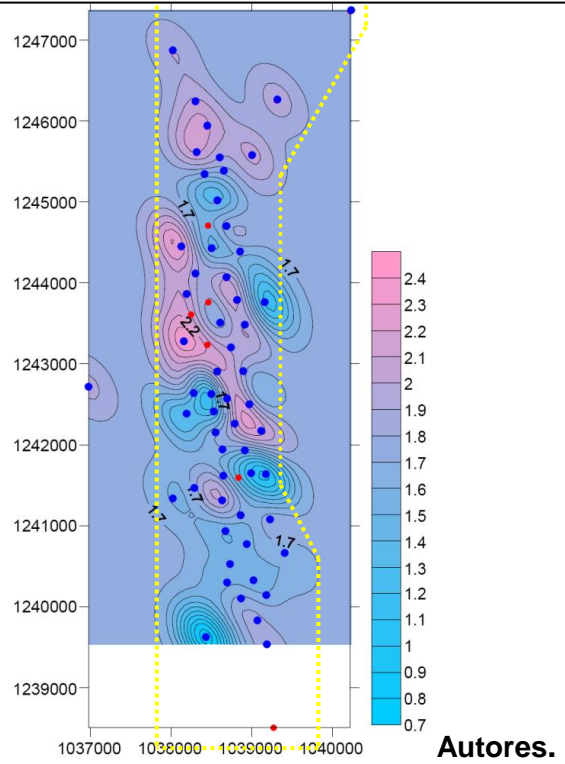


**Figura 31. – Comparación de mapas de distribución de espesores netos de arena zonas C1 y C2.**

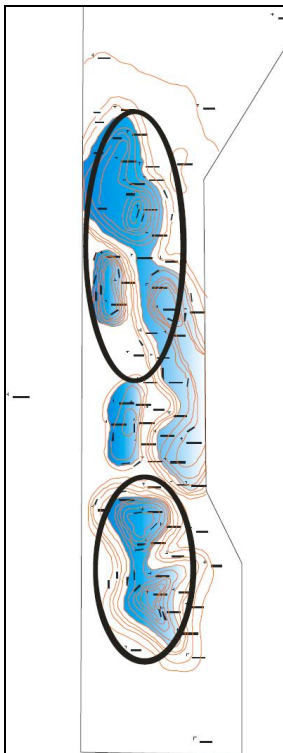
García M. Jerson A. y  
Fonseca S. Cripin A., 2009



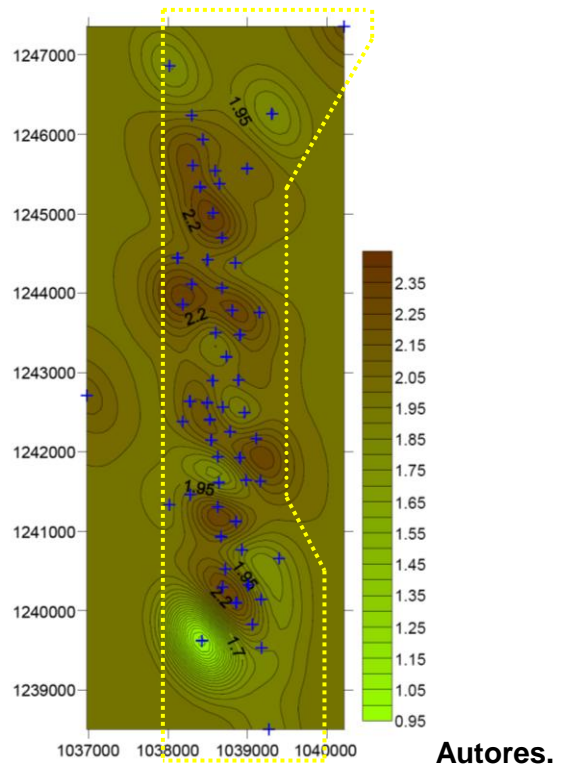
**Espesor Neto C1.**



García M. Jerson A. y  
Fonseca S. Cripin A., 2009

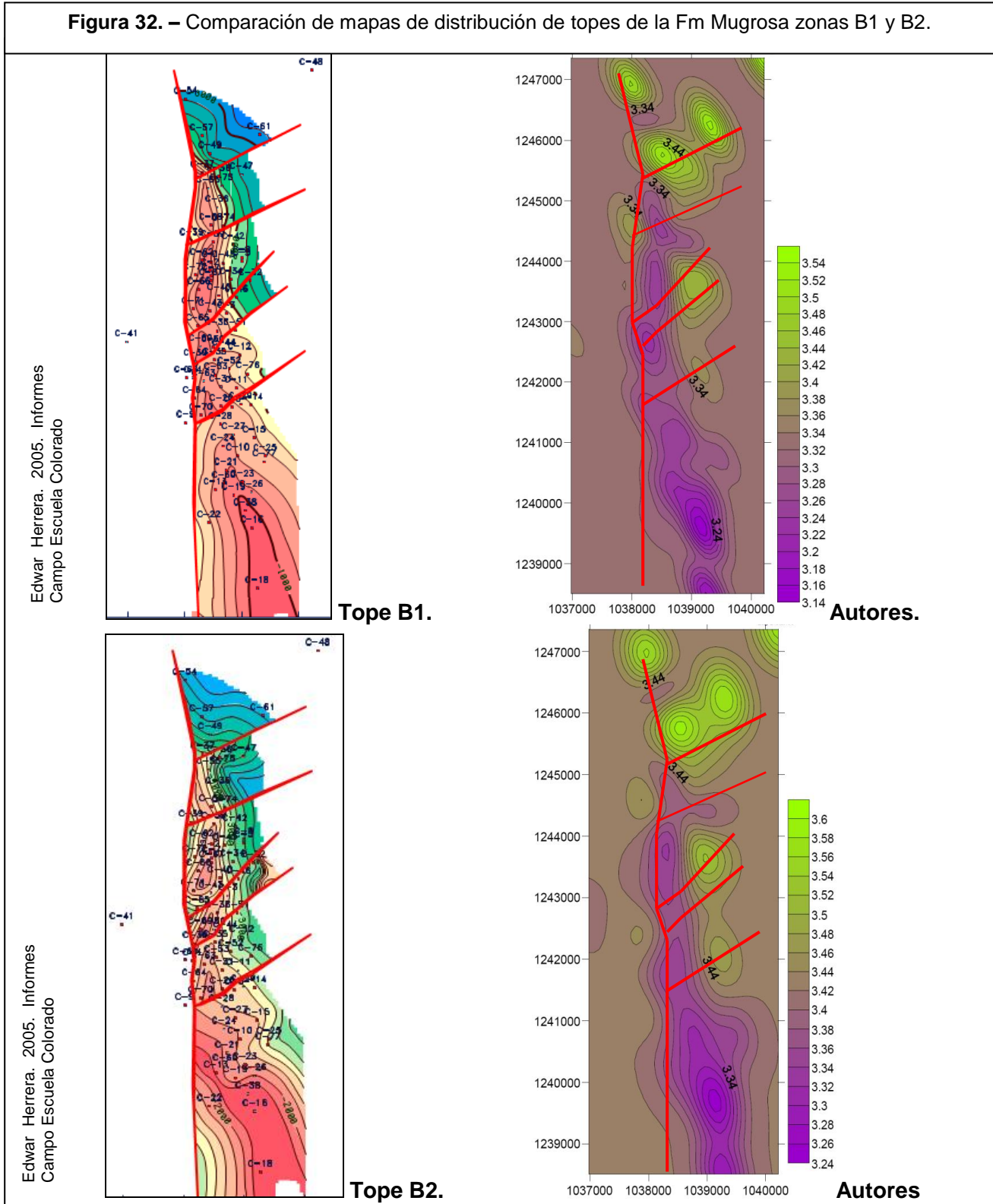


**Espesor Neto C2.**



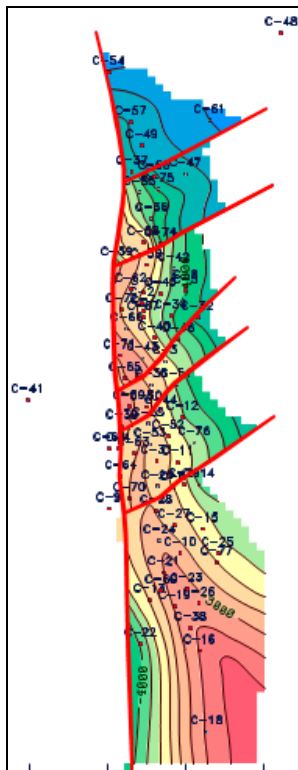
Comparación de mapas de distribución de topes de la Formación Mugrosa zonas B1 y B2 con otros que se tienen del campo:

**Figura 32. – Comparación de mapas de distribución de topes de la Fm Mugrosa zonas B1 y B2.**

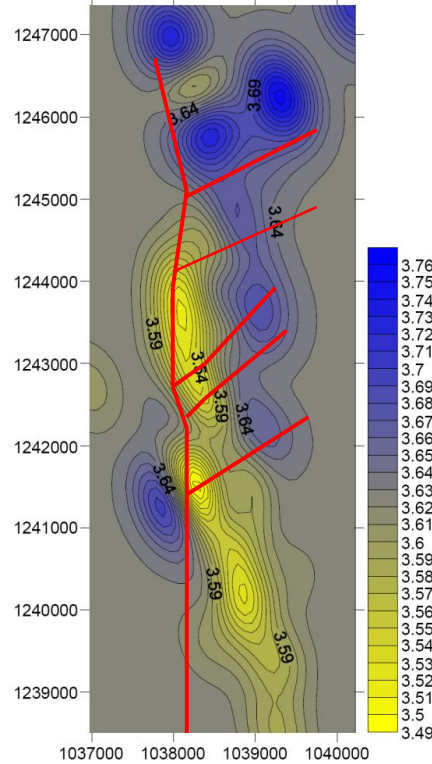


**Figura 33. – Comparación de mapas de distribución de topes de la Fm Mugrosa zonas C1 y C2.**

Edwar Herrera. 2005. Informes Campo Escuela Colorado

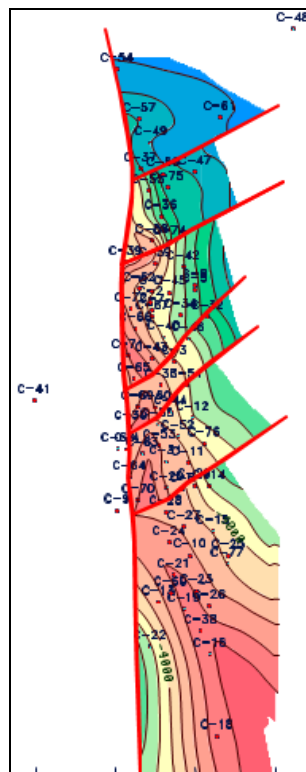


**Topo C1.**

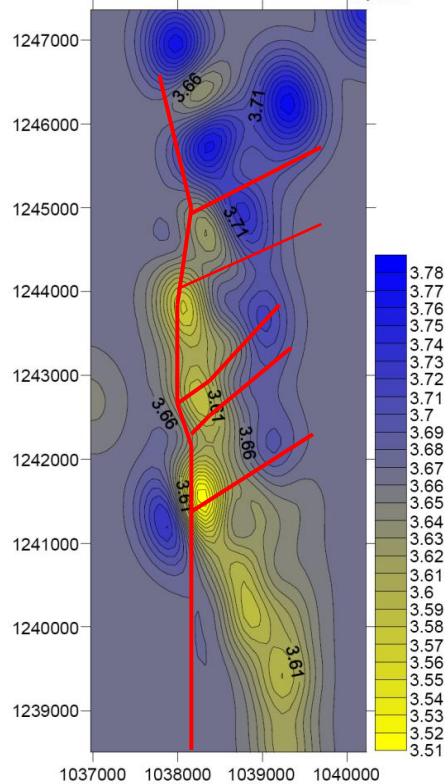


**Autores.**

Edwar Herrera. 2005. Informes Campo Escuela Colorado



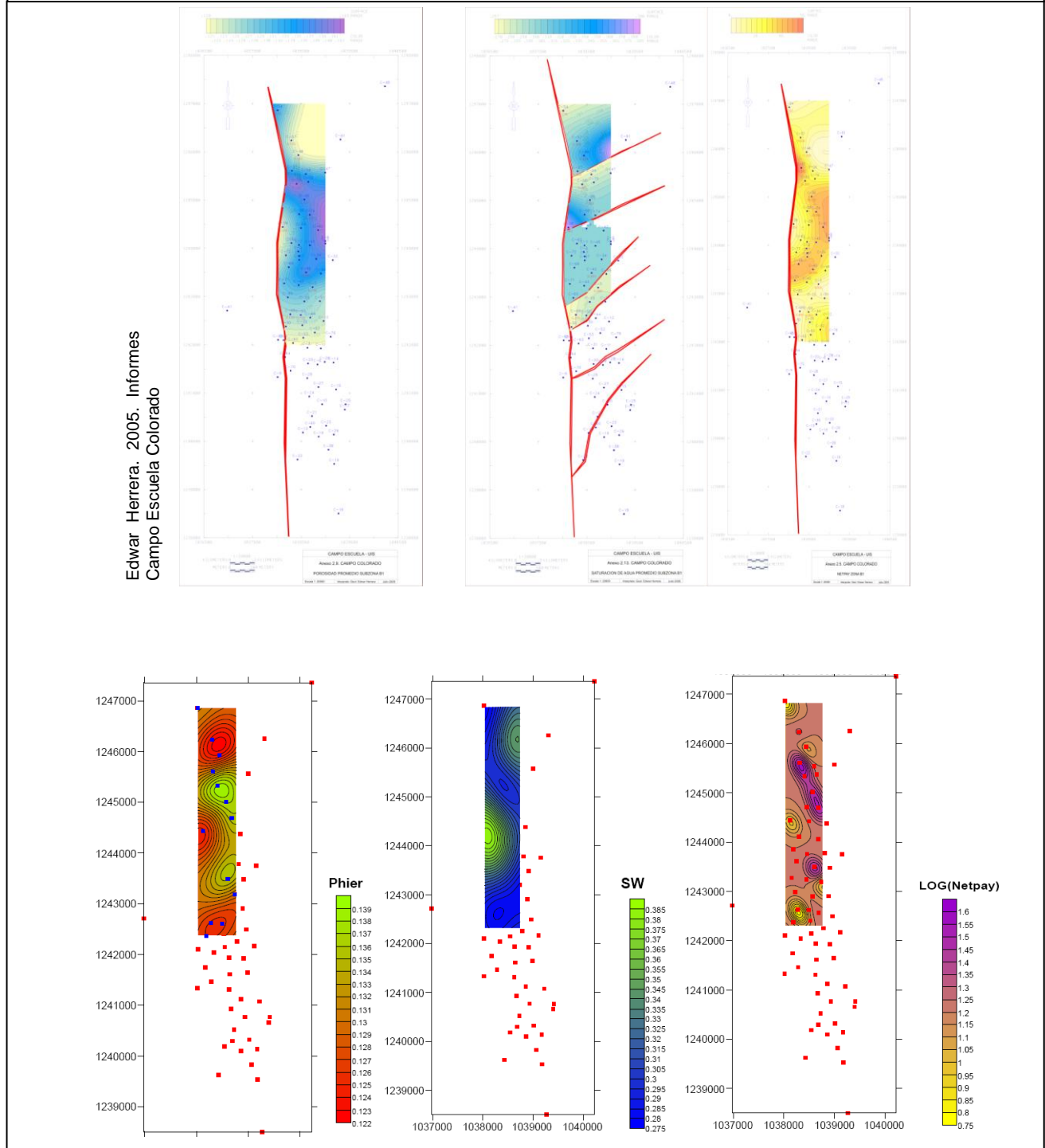
**Topo C2.**



**Autores.**

Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas de la Formación Mugrosa Zona B1 con otros que se tienen del campo:

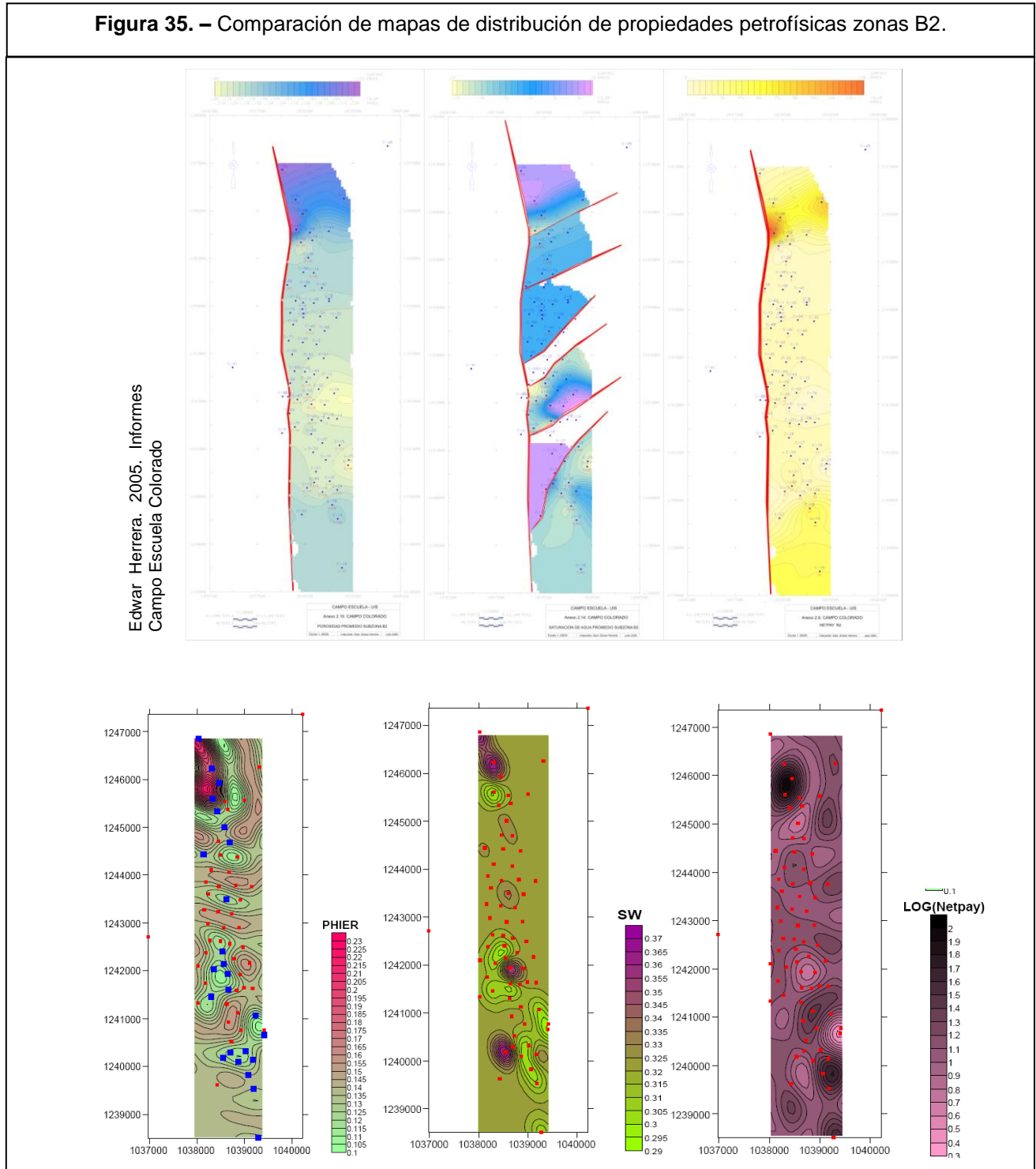
**Figura 34. – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas zona B1.**



**Autores**

Comparación de mapas de propiedades petrofísicas de Formación Mugrosa Zona B2 con otros que se tienen del campo:

**Figura 35. – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas zonas B2.**

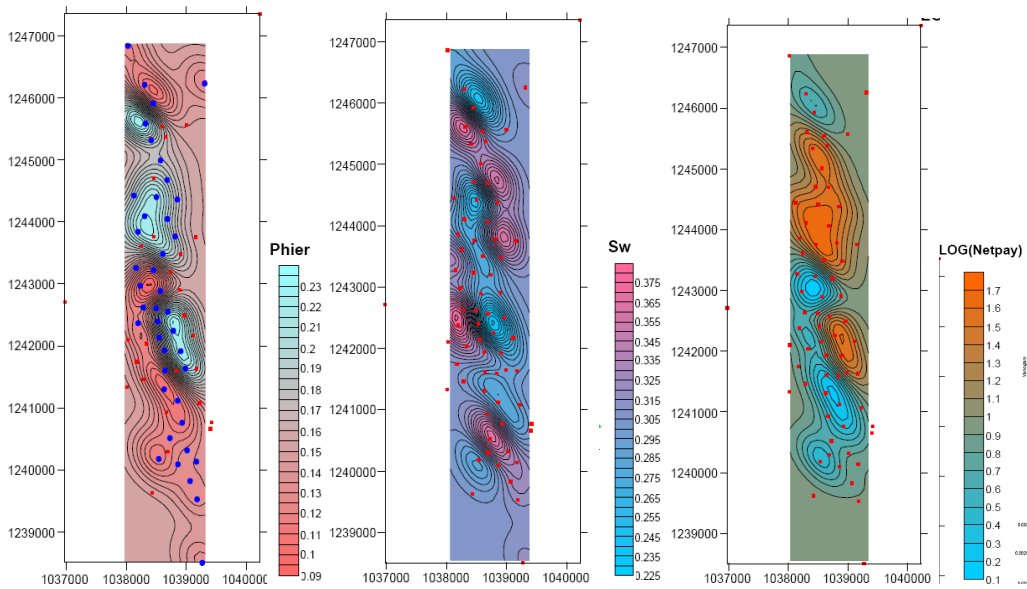
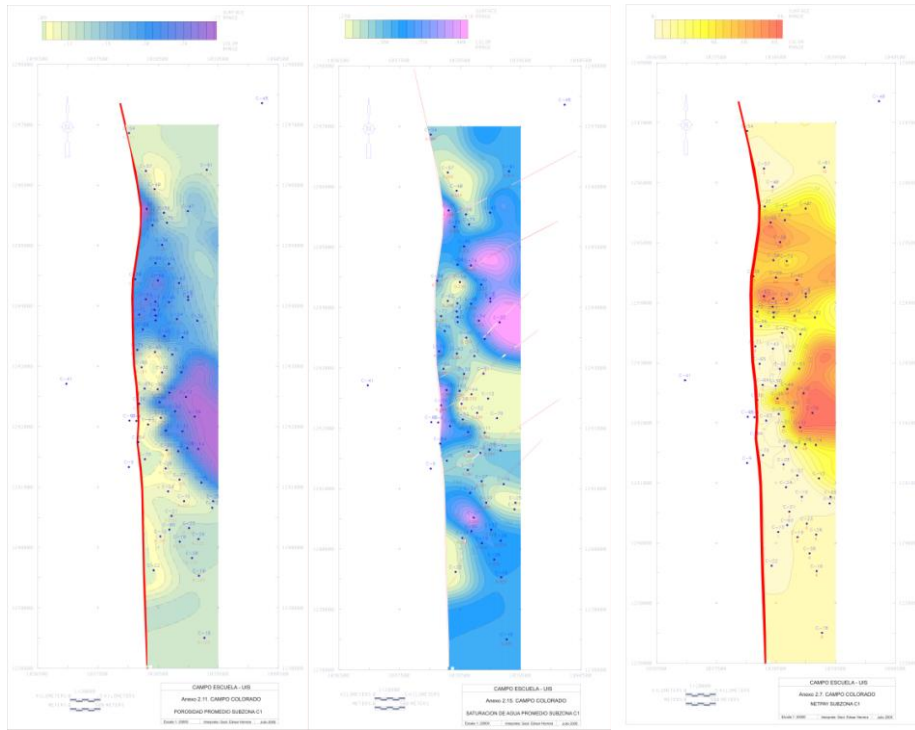


**Autores**

Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas de la Formación Mugrosa Zona C1 con otros que se tienen del campo:

**Figura 36. – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas zona C1.**

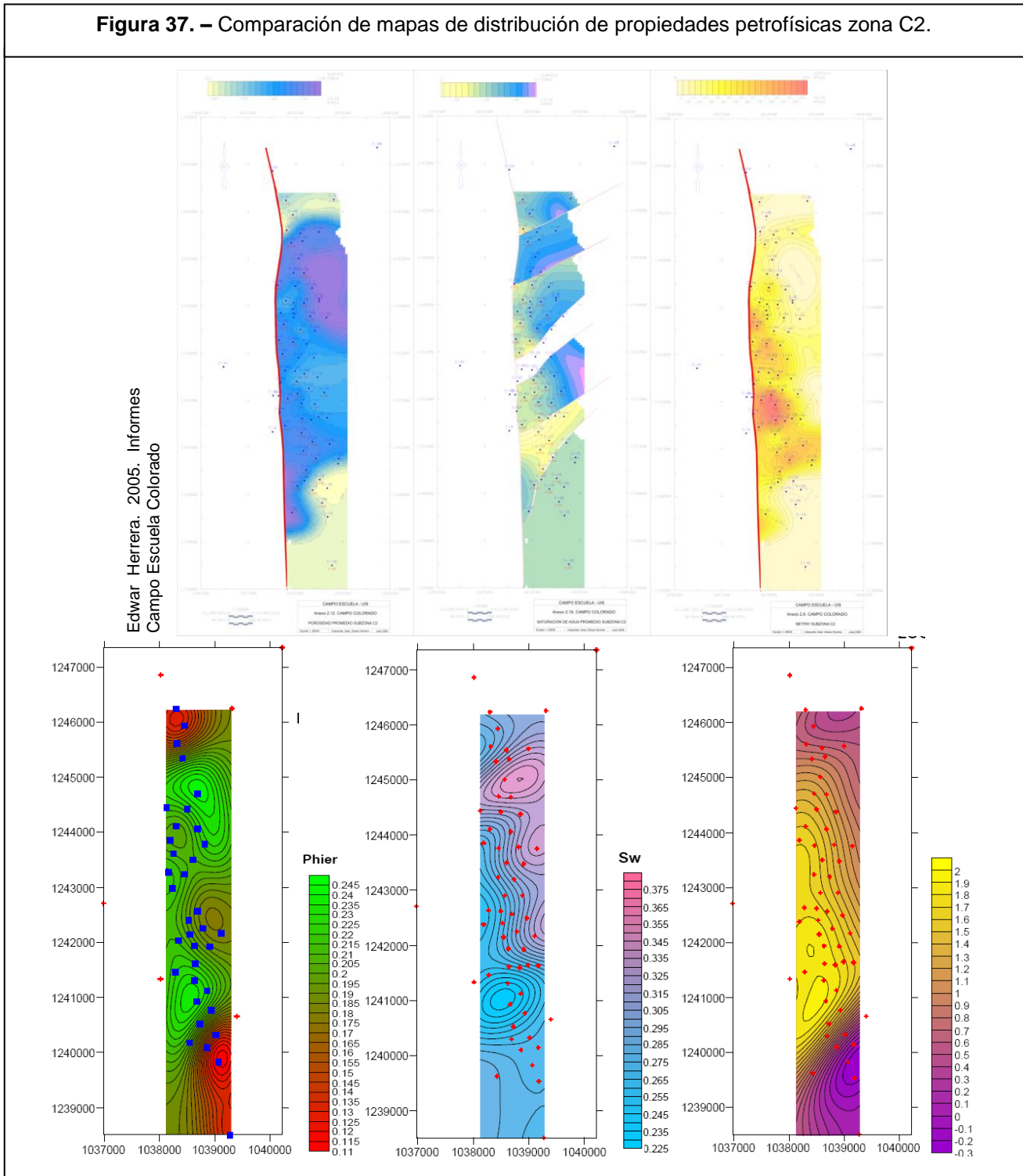
Edwar Herrera. 2005. Informes Campo Escuela Colorado

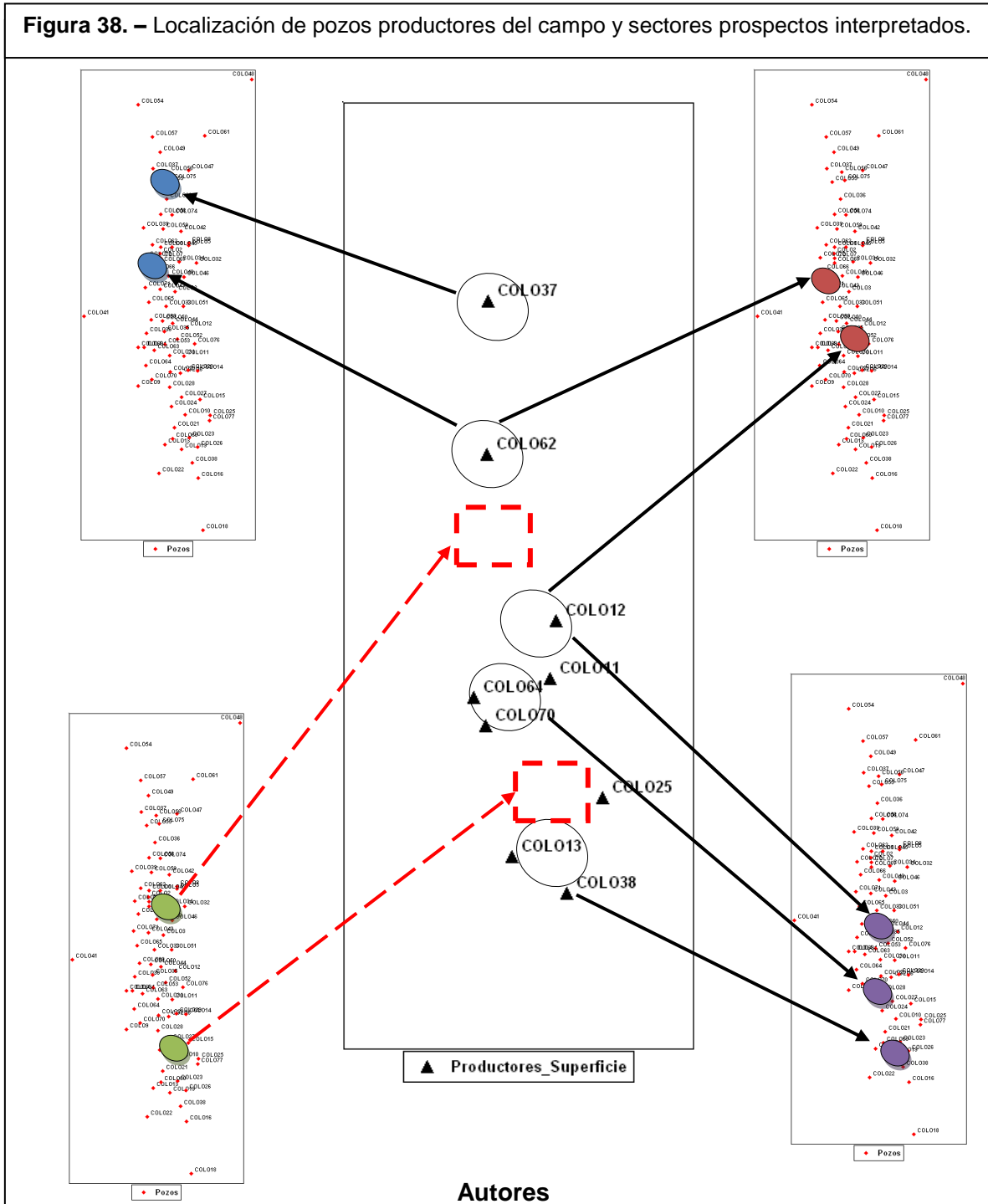


**Autores**

Comparación de mapas de propiedades petrofísicas de la Formación Mugrosa Zona C2 con otros que se tienen del campo:

**Figura 37. – Comparación de mapas de distribución de propiedades petrofísicas zona C2.**





Mediante la aplicación de esta técnica geoestadística los sectores prospectos coinciden a cercanías con la localización de los pozos productores en el campo y a su vez identifica nuevos sectores entre los bloques II y IV, según la división del campo por el modelo de fallas satélites y al Este del pozo C-25 del bloque I, como se muestra con los cuadros y líneas punteadas color rojo. Ver Figura 28.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Se identificaron 7 sectores mediante la integración de mapas de distribución de topes, espesores por formación, espesores de arena netos y propiedades petrofísicas de porosidad efectiva ( $Phier$ ), saturación de agua  $Sw$  y espesor de arena petrolífera  $Netpay$  de zonas productoras B1, B2, C1 y C2 de la Formación Mugrosa en el Campo Escuela Colorado.
- 2) Cinco de los 7 sectores localizados en el campo se validaron o correlacionaron con los pozos productores del campo y solo dos de ellos podrían ser áreas de interés nuevos estudios de exploración, estos se localizan entre los pozos C-24, C-27, C-15 y C-10. Y también entre los pozos C-40, C34, C45 y C-72 perteneciendo de esta manera a los bloques III y I respectivamente según la división del campo de acuerdo al sistema de fallas satélites del modelo estructural.
- 3) Las mejores zonas prospectivas están influenciadas por la estructura del anticlinal de Colorado y producto quizás del sistema de fallas satélites que se ubican en el campo. Los posibles adelgazamientos de las arenas producto de un ambiente de depositación de ríos meándriformes, con marcada migración lateral del cauce, de mediana sinuosidad, con presencia de barras alternantes (García A. & Fonseca C., 2009), es otro motivo del posible entrapamiento de crudos y que fue apreciable en los mapas de distribución de espesores de arenas netos, con las discontinuidades de las curvas de contorno y la integración de propiedades petrofísicas para las zonas productoras B1, B2, C1 y C2 de la Formación Mugrosa en el Campo.
- 4) Las respectivas elipses generadas a partir del estudio variográfico para los topes en profundidad de cada zona productora B1, B2, C1 y C2 de la Formación Mugrosa son por la combinación de modelos teóricos tipos el Nugget Effect y Gaussiano, con dirección particular N-S con valores de anisotropía angular entre  $105^\circ$  y  $120^\circ$ .
- 5) Las respectivas elipses generadas a partir del estudio variográfico para los espesores en de cada zona productora B1, B2, C1 y C2 de la Formación Mugrosa son por la combinación de

modelos teóricos tipos el Nugget Effect y Gaussiano, para todos los caso, realizando el análisis con o sin los pozos C-41 y C-48, excepto para la zona B1 cuando el numero de datos incluye estos dos pozos y es de 66. Los coeficientes de variación son bajos, mostrando una distribución homogénea, con direcciones de anisotropía angular principalmente de 115°.

- 6) Los mapas de distribución de topes y espesores de la Formación Mugrosa descartando los pozos C-41 y C-48, no se incluyen, debido a la semejanza de los mismos con o sin ellos. Además ayudo a corroborar que aplicando el estudio variografico se pueden excluir estos valores cuando se encuentran los parámetros de tolerancia, longitud y ángulo de correlación más adecuado para identificar el comportamiento de probabilidad de la variable; lo que a su vez permitió ahorrar tiempo cuando se decidió hacer el mismo análisis a los espesores de arena netos del Campo Escuela Colorado, donde aquí se incluyen los pozos C-41, C-48 y no se realiza el análisis variografico sin ellos. Ver Tabla 6 y apéndice 2.
- 7) Los resultados geoestadísticos de la propiedad de porosidad (Phier) para las cuatro zonas productoras se estimaron con base a modelos teóricos tipos (Nugget Effect y Gaussiano) para las zonas B1, C1 y C2 y de Nugget Effect and Wave (Hole Effect) para la zona B2 producto de heterogeneidades de valores en la porosidad teniendo como consideración los coeficientes de variación, los cuales son altos.
- 8) Los resultados geoestadísticos de la propiedad de saturación de agua (Sw) para las cuatro zonas productoras se estimaron con base a modelos teóricos tipos (Nugget Effect y Gaussiano) para los cuatro casos. Los variogramas presentan anisotropía geométrica si se comparan en los cuatro casos, por presentar similares valores de Sill para diferentes rangos y a diferencia en la distribución de espesores de arenas netos de tipo zonal, diferentes valores de Sill y rango aproximadamente igual.
- 9) Se identifico la importancia y el significado del estudio variografico para la distribución de atributos al momento de querer estimar valores; los ajustes que se presentaron para todas las distribuciones fue bueno y su validación se observa con la correlación de los sectores prospectivos y los pozos productores del campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Araque, Kedy Y. 2009.** Modelo Geoestadístico Basado En Objetos Para La Caracterización De Los Cuerpos Arenosos De La Formación Colorado En El Campo Llanito Cuenca Del Valle Medio Del Magdalena, Colombia. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Armstrong, M. y Carignan, J., 1997,** “Géostatistique Linéaire, Application au Domaine Minier.”, École de Mines de Paris, 112 p.

**B. Soleimani, K. Nazari, H.A. Bakhtiar, G. Haghparast and G. Zandkarimi. Department of Geology, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran., 2008.** Three-Dimensional Geostatistical Modeling of Oil reservoirs: A Case Study From the Ramin Oil Field in Iran. Journal of applied Sciences 8 (24): 4523-4532, 2008. ISSN 1812-5654 Asian Network for Scientific Information.

**Castillo, A. y Ríos, J., 2008,** Caracterización Petrofísica A Partir De Núcleos De Perforación Y Registros De Pozo Para Las Areniscas De La Formación Mugrosa Del Campo Colorado Bloque I Y II. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Christakos, G., y Raghu, V.R., 1996,** Dynamic Stochastic Estimation of Physical Variables, Mathematical Geology, Vol. 28, No. 3, pp. 34-365.

**Cristancho, D. y Hoyos, J., 2008.** Procedimiento Metodológico Para La Caracterización De Fluidos Del Campo Colorado. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Curran, P.J. y Atkinson, P.M., 1998,** Geostatistics and Remote Sensing, Progress in Physical Geography, 22, 1, pp. 61-78.

**Cornejo H, Bianchi C. y Monforte Y., 1999.** Evaluación Geoestadística Del Reservorio Basal Salina En El Sur Oeste Del Área De Lobitos Costafuera. INGEPET '99 EXPL-3-CB-21 Petro-Tech Peruana S. A.

**David, M., 1977,** Geostatistical Ore Reserve Estimation, Elsevier, Amsterdam, 364 p.

**Díaz Silvio, J. y Nieto, Felipe A., 2005.** Implementación De Métodos Geoestadísticos Para El Modelamiento De Propiedades Petrofísicas En Yacimientos De Deposición Fluvial En Colombia: Campo Castilla. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Emery X., 2008.** Statistical Tests For Validating Geostatistical Simulation Algorithms. ELSEVIER Computers & Geosciences. Department of Mining Engineering, University of Chile.

**García M. Jerson A. y Fonseca S. Cripín A., 2009.** Modelo Sedimentológico Y Estratigráfico De La Formación Mugrosa En El Campo Escuela –Colorado. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**García, O. J., Obregón, N., Fragala, F. y Pacheco, J.A.** Simulación Estocástica Condicional Como Herramienta De Gestión En Hidroinformática. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

**Gerard V. Middleton, 2000.** Data Analysis in the Earth Sciences Using MATLAB. McMaster University. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

**Gomez, Ricardo A. y Rojas Jaime M., 2008.** Modelo Geoestadístico Basado En Objetos De Las Formaciones Mugrosa y Colorado, Campo Lisama Cuenca Del Valle Medio Del Magdalena, Colombia. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Hohn E. Michael 1988.** Geostatistics and Petroleum Geology. West Virginia geological and Economic Survey. Van Nostrand Reinhold, New York.

**Jaimes Mario, A., y Orejarena German, D., 2006.** Definición Del Modelo Estático Para La Formación Barco En El Area A, B Y D, Campo Tibú, Cuenca Del Catatumbo, Colombia. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Journel, A. G. y Huijbregts, C. J., 1978,** Mining Geostatistics, Academic Press, New York, 600 p.

**Keyla del C. y Quilen S. 2006.** Integración De Atributos Sísmicos Con Datos Petrofísicos Para Determinar Zonas Prospectivas, Arena L2M, Área De Finca – Yopales, Edo, Anzoátegui. Universidad Simón Bolívar Ingeniería Geofísica. Venezuela.

**Krajewski, S. A. y Gibbs, B.L., 1993,** A Variogram Primer, Gibbs Associates, p 93.

**Lepin, O. V. y Ariosa, J. D., 1986,** Búsqueda, Exploración y Evaluación Geólogo Económica de Yacimientos Minerales Sólidos, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Primera Parte, 348 p, Segunda Parte, 191 p.

**Matheron, G., 1970,** “La Théorie des Variables Regionalisées et ses Applications” Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau, Fascicule 5-2, Ecole de Mines de Paris, 212 p.

**Moral G. Francisco J y Marques da Silva J. Rafael., 2002.** Ejemplo De Representación Gráfica De Una Variable Regionalizada. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. INGEGRAF. Santander-España.

**Ortiz Johan L., 2008,** Modelo Estratigráfico Del Campo Gala Para La Formación Colorado En La Cuenca Del Valle Medio De Magdalena. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Patiño G, Mario A., 2008.** Definición De Un Modelo Geoestadístico Basado En Objetos De La Formación Mugrosa A Partir De Modelos Estratigráfico Y Petrofísico En El Campo Llanito Cuenca Del Valle Medio Del Magdalena, Colombia. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Richard L. Chambers, Jeffrey M. Yarus, Kirk B. Hird, 2000.** Petroleum Geostatistics for Nongeostatisticians Part 1 y 2, The Leading Edge.

**Rivoirard, J. y Guiblin, P., 1997**, Global Estimation Variance in Presence of Conditioning Parameters, E.Y.Baafi and N.A. Schofields (eds) Geostatistics Wollongong'96, Volume 1, pp. 246-257.

**SPE 99833., 2006**. Reservoir Modeling for Mature Fields—Impact of Work Flow and Upscaling on Fluid-Flow Response. W.S. Meddaugh, SPE, Chevron Energy Technology Co.  
Steven S.S, 1946. On the theory of scales of measurement Science,V-103,p.677-680 (The original definition of the four scales).

**Swan A.R.H. y Sandilands M., 1995**. Introduction to Geological Data Analysis. Blackwell Science Ltd.

**Tirado, C. y González, Yinet., 2006**. Metodología Para La Evaluación Del Potencial Petrolífero En Cuencas Sedimentarias De Colombia Valle Medio Del Magdalena. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Villamil T., 1999**. Campanian–Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and western Venezuela – Houston, TX 77079, USA.

**Wilson E. Tellez. y Roberto, J. Villareal. R., 2008**. Determinación de Potenciales de Producción A Partir de Registros de Pozo. Aplicación Campo Colorado. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.

**Zafra M, Julian C., 2009**. Estimado Geoestadístico De La Porosidad De Un Subvolumen De La Formación Mugrosa En El Campo Colorado. Tesis Universidad Industrial de Santander, Colombia.



## APÉNDICE 1

### Base de datos empleada para análisis geoestadístico

BLOQUE	POZO	NORTE	ESTE	Sw_B1	POR_B1	NET_B1	TOPE_B1	ESPESOR_B1	Sw_B2	POR_B2	NET_B2	TOPE_B2	ESPESOR_B2	Sw_C1	POR_C1	NET_C1	TOPE_C1	ESPESOR_C1	Sw_C2	POR_C2	NET_C2	TOPE_C2	ESPESOR_C2
1	C-10	1240168	1038931				1879.98					2087.59	219.61	0.2810	0.1075	1.0000	3748.89	233.36	0.2637	0.2289	75.5000	4150.89	402
1	C-13	1240183	1038537				1758.53	347.81	0.3821	0.1229	8.0000	2109.75	351.22	0.2810	0.1075	1.0000			0.2978	0.2243	27.0000		
1	C-14	1241632	1039167									2768.78	386.59				4151.09	126.79				4493.22	342.13
1	C-15	1241075	1039219				2029.19	203.67	0.2995	0.1175	12.5000	2420.71	391.52				4116.58	242.84					
1	C-16	1238532	1038180				1311.94	299.74	0.3020	0.1354	42.5000	1705.36	393.42	0.3198	0.1276	8.0000	3700.15	268.91				3865.2	165.05
1	C-18	1238568	1038270				1414.04	320.91	0.3023	0.1332	50.0000	1803.54	389.5	0.3198	0.1276	8.0000	3842.31	148.31	0.2810	0.1075	1.0000		4084.5
1	C-19	1240097	1038650				1587.93	254.92	0.3014	0.1187	11.0000	1922.33	334.4	0.3276	0.1320	6.5000	3265.54	252.48	0.2810	0.1075	1.0000	3774.37	508.83
1	C-21	1240522	1038724				1719.16	375.84				2007.86	288.7	0.3928	0.1208	3.0000	3425.12	256.2	0.2296	0.2277	54.5000	3861.54	436.42
1	C-22	1239622	1038426				1998.03	363.03				2495.86	497.83				4014.2	333.81				4657.53	643.33
1	C-23	1240322	1038014				1806.28	397.55	0.2995	0.1175	12.5000	2069.58	263.3	0.3276	0.1320	6.5000	3598.17	256.73	0.2810	0.1075	1.0000	4038.63	440.46
1	C-24	1240929	1038667				1726.6	358.68				2072.82	346.22				3609.98	161.43	0.2296	0.2277	54.5000	4075.01	465.03
1	C-25	1240768	1039412				1893.06	410.42				2111.86	223.8										
1	C-26	1240139	1039171				1555.12		0.3276	0.1229	22.5000	1913.33	358.21	0.3276	0.1320	6.5000	3795.3	247.95				4035.76	240.46
1	C-27	1241125	1038856				1703.46	202.36				2177.01	473.55	0.2810	0.1075	1.0000	3822.03	335.72	0.2286	0.2299	53.5000	4260.65	438.62
1	C-28	1241310	1038626				1827.43		0.2810	0.1075	1.0000	3928.67	394.3	0.2926	0.2243	28.5000	4041.85	243.98	0.1747	0.2383	37.0000	4354.04	425.37
1	C-29	1241646	1038985				2112.86	254.69				2603.45	490.59	0.2926	0.2243	28.5000	4041.85	218.89	0.2810	0.1075	1.0000	4478.42	436.57
1	C-38	1239827	1038063				1467.22	306.57	0.2978	0.1348	47.0000	1807.58	340.36	0.3276	0.1320	6.5000	3704.02	320.71	0.2810	0.1075	1.0000	4032.83	328.91
1	C-60	1240257	1038697				1643.7	246.06	0.3317	0.1196	20.5000	2195.01	551.31				3578.73	259.36				4016.02	436.29
1	C-77	1240658	1039398				1998.32	210.1	0.2857	0.1083	1.5000	2337.17	338.85				4115.07	298.08				4431.17	316.1
2	C-6	1241593	1038835									2457.11	347.53				3841.02	203.65				4186.5	345.48
2	C-9	1241332	1038016				2109.58	282.15				2652.84	386.38				4500.16	329.1				4796.64	296.48
2	C-12	1242493	1038962				2206.46	139.45				2652.84	386.38				4500.16	329.1				4796.64	296.48
2	C-18	1242108	1038025				2045.18	423.99				2655.24	610.06										
2	C-64	1241745	1038171				1856.96	268.96				2217.68	360.72										
2	C-11	1241926	1038906				1985.66	156.12				2539.95	554.29	0.2637	0.2269	75.5000	4183.81	378.69	0.3319	0.1837	67.5000	4597.34	413.53
2	C-20	1241613	1038642				1875.15	266.21	0.3014	0.1187	11.0000	2273.48	398.33	0.2810	0.1075	1.0000	3968.33	207.28	0.2671	0.2164	101.5000	4166.38	198.05
2	C-31	1241938	1038631				1986.67	317.95	0.3727	0.1080	3.0000	2310.14	323.47	0.3353	0.2090	21.0000	4027.48	227.54	0.3077	0.2008	104.5000	4324.86	297.38
2	C-35	1242932	1038524				1963.57	326.26	0.3014	0.1187	11.0000	2228.28	369.76	0.2296	0.2277	54.5000	3653.98	191.81	0.2842	0.1763	34.5000	4119.69	465.61
2	C-44	1242564	1038686				2060.37	204.4				2428.04	367.67	0.2296	0.2277	54.5000	4196.87	324.8	0.3302	0.1800	96.5000	4431.96	275.09
2	C-52	1242255	1038781				2076.77	361.57				2599.17	522.4	0.2296	0.2277	54.5000	4240.05	315.08	0.3027	0.1839	43.0000	4561.96	321.91
2	C-53	1242147	1038545				1909.8	337.39	0.3014	0.1187	11.0000	2248.32	338.52	0.2810	0.1075	1.0000	3978.21	224.59	0.2667	0.2200	97.0000	4144.55	265.34
2	C-63	1242037	1038334				1928.46	364.19	0.3014	0.1187	11.0000	2222.94	294.48				3010.78	106.77	0.2649	0.2262	75.0000	3194.87	184.09
2	C-70	1241463	1038282				1811.02	361.33	0.3014	0.1187	11.0000	2298.8	487.78				3592.94	454.67	0.3633	0.1832	24.5000	4843.51	361.42
2	C-76	1242167	1039109				2372.05	223.3				3055.84	452.99										
3	C-3	1243196	1038736	0.2795	0.1289	8.0	2268.85	473.65				2730.03	441.15				4355.44	465.14				4582.25	326.81
3	C-30	1242380	1038186	0.2847	0.1254	14.5	1803.29	181.44				2505.82	702.53	0.3928	0.1208	3.0000	3971.86	604.34				4199.69	227.83
3	C-32	1243756	1039152				2805.12	328.09				419.38	3224.5				4734.99	312.26				5073.69	338.79
3	C-33	1242900	1038565				2036.69	313.36				2383.83	347.14	0.2810	0.1075	1.0000	3998.77	461.12				4423.6	424.83
3	C-46	1243478	1038996				2724.94	382.24				3187.01	462.17				4648.9	372.38				4951.79	342.89
3	C-50	1242620	1038493	0.2847	0.1254	14.5	1827.05	210.07				2300.81	473.55	0.2810	0.1075	1.0000	3647.95	233.86				4102.16	454.21
3	C-51	1242904	1038897				2275.16	210.43				2798.26	523.1				4388.87	364.42				4823.3	454.43
3	C-69	1242634	1038276	0.2746	0.1254	4.0	1673.23	221.8				2458.7	786.47	0.3649	0.1176	4.0000	3426.26	256.44				3796.37	330.11
4	C-1	1244070	1038454																				
4	C-2	1243936	1038440																				
4	C-4	1242096	1038138																				
4	C-5	1244099	1038998																				
4	C-7	1243842	1038456																				
4	C-8	1244148	1038997																				
4	C-34	1243782	1038811				2509.84	928.58				3334.16	824.32	0.3754	0.1861	38.0000	4650.21	316.71	0.3752	0.2482	21.5000	5050.27	400.05
4	C-40	1243501	1038002	0.3026	0.1372	39.0	1963.77	674.96	0.3342	0.1222	11.0000	2638.45	644.88	0.2703	0.2113	109.5000	4007.96	357.76	0.3833	0.1832	24.5000	4330.86	323.59
4	C-41	1242711	1038977				704.97					2594.98	369.88				4004.11	318.29				4422.66	418.55
4	C-42	1244379	1038849				1836.18	150.29				2329.15	492.97	0.3326	0.1799	59.0000	4566.55	327.7				4921.67	355.12
4	C-43	1243236	1038448				1742.19	253.37				2311.15	568.										



## APÉNDICE 2

Base de datos para análisis geoestadístico-(Espesor de arenas netos).

BLOQUE	POZO	NORTE	ESTE	ESPESOR NETO B1	ESPESOR NETO B2	ESPESOR NETO C1	ESPESOR NETO C2
1	C-10	1 240 768	1 038 931	89.41	93.95	37.94	63.37
1	C-13	1 240 183	1 038 537	130.20	113.12		
1	C-14	1241832	1039167	65.02	79.77	8.42	145.88
1	C-15	1 241 075	1 039 219	134.80	92.43	60.05	
1	C-16	1 239 532	1 039 180	170.50	106.44	72.80	66.29
1	C-18	1 238 504	1 039 270	70.52	71.16		71.52
1	C-19	1 240 097	1 038 860	57.97	99.31	57.82	172.31
1	C-21	1 240 522	1 038 724	76.22	79.58	37.60	124.71
1	C-22	1 239 622	1 038 426	153.37	149.29	4.55	6.71
1	C-23	1 240 322	1 039 014	9.98	48.25	30.66	130.79
1	C-24	1 240 929	1 038 667	104.89	99.92	30.00	134.90
1	C-25	1 240 768	1 039 412	86.34	152.47		
1	C-26	1 240 139	1 039 171	118.03	48.22	42.16	70.04
1	C-27	1 241 125	1 038 856	98.47	121.33	41.73	188.49
1	C-28	1 241 310	1 038 626	160.97	166.58	114.71	216.78
1	C-29	1 241 646	1 038 985	106.92	79.31	11.52	95.21
1	C-38	1 239 827	1 039 063	84.28	129.15	65.55	125.61
1	C-60	1 240 297	1 038 687	267.67	247.68	34.73	223.13
1	C-77	1 240 658	1 039 398		51.00	41.07	65.67
2	C-6	1 241 593	1 038 835				
2	C-9	1 241 332	1 038 016	57.53	63.64	37.94	82.52
2	C-12	1242493	1038962	29.05	75.99	95.38	73.22
2	C-68	1 242 102	1 038 025	284.48	252.95		
2	C-64	1 241 745	1 038 171	106.00	190.89		
2	C-11	1 241 926	1 038 906	117.07	92.70	37.86	158.63
2	C-20	1 241 613	1 038 642	71.65	76.60	45.58	47.51
2	C-31	1 241 938	1 038 631	81.69	107.61	43.42	100.49
2	C-35	1 242 405	1 038 524	54.43	79.77	16.00	159.12
2	C-44	1 242 564	1 038 688	87.61	96.70	100.86	94.32
2	C-52	1 242 255	1 038 781	93.30	90.99	106.84	116.06
2	C-53	1 242 147	1 038 545		83.79	56.09	128.01
2	C-63	1 242 037	1 038 334	107.94	502.68		
2	C-70	1 241 463	1 038 282	232.51	151.23	54.53	107.33
2	C-76	1 242 167	1 039 109	130.58	236.54	155.51	175.77
3	C-3	1 243 196	1 038 736	188.04	80.35	102.92	93.41
3	C-30	1 242 380	1 038 186	131.62	131.00	17.84	117.25
3	C-32	1 243 756	1 039 152	69.78	43.69	13.33	145.78
3	C-33	1 242 900	1 038 565	110.88	114.40	113.54	112.51
3	C-46	1243478	1038906	86.99	81.85	105.20	139.30
3	C-50	1 242 620	1 038 493			11.82	145.45
3	C-51	1 242 904	1 038 887	96.70	137.80	67.30	123.52
3	C-69	1 242 634	1 038 276	146.99	68.66	30.13	135.03
4	C-1	1 244 070	1 038 454				
4	C-2	1 243 936	1 038 440				
4	C-4	1 242 096	1 038 138				
4	C-5	1 244 099	1 038 998				
4	C-7	1 243 842	1 038 456				
4	C-8	1 244 148	1 038 997				
4	C-34	1 243 782	1 038 811	216.67	271.34	106.46	233.41
4	C-40	1 243 501	1 038 602	133.24	110.54	52.09	92.51
4	C-41	1 242 711	1 036 977	70.32	120.44	87.58	139.78
4	C-42	1 244 379	1 038 849	158.34	199.03	40.56	99.37
4	C-43	1 243 236	1 038 448	146.98	172.43		
4	C-45	1 244 062	1 038 680	154.71	114.06	106.40	138.80
4	C-59	1 244 421	1 038 497	156.71	80.50	27.10	125.00
4	C-62	1 244 109	1 038 298	122.94	120.00	79.39	196.70
4	C-65	1 242 985	1 038 226	166.87	163.75		
4	C-66	1 243 610	1 038 247				
4	C-67	1243760	1038460				
4	C-71	1 243 273	1 038 153	108.92	69.05	259.95	
4	C-72	1 243 856	1 038 187	45.30	144.98	124.08	231.23
5	C-36	1 245 012	1 038 567	221.97	194.31	20.31	258.84
5	C-39	1 244 443	1 038 122	112.91	220.04	208.50	130.29
5	C-47	1 245 570	1 038 996	0.68	96.88	112.05	128.34
5	C-55	1 245 336	1 038 409	151.42	126.67	47.03	165.81
5	C-56	1 245 542	1 038 597	242.00	196.18	75.50	127.00
5	C-58	1244709	1038457				
5	C-74	1 244 695	1 038 679	92.73	215.64	64.59	179.06
5	C-75	1245377	1038648	83.50	112.50	58.79	121.42
6	C-37	1 245 607	1 038 311	196.66	128.29	138.09	191.21
6	C-48	1 247 360	1 040 220	104.35	95.52	56.89	156.58
6	C-49	1 245 933	1 038 443	171.10	138.78	137.72	143.49
6	C-54	1 246 863	1 038 017	155.29	183.59	81.64	58.94
6	C-57	1 246 235	1 038 298	90.70	58.20	107.17	104.96
6	C-61	1 246 255	1 039 308	112.22	173.47	92.68	58.61

\*\*\* Tesis de referencia: Modelo Sedimentológico y Estratigráfico 2009, Autores Andres y Crispin.

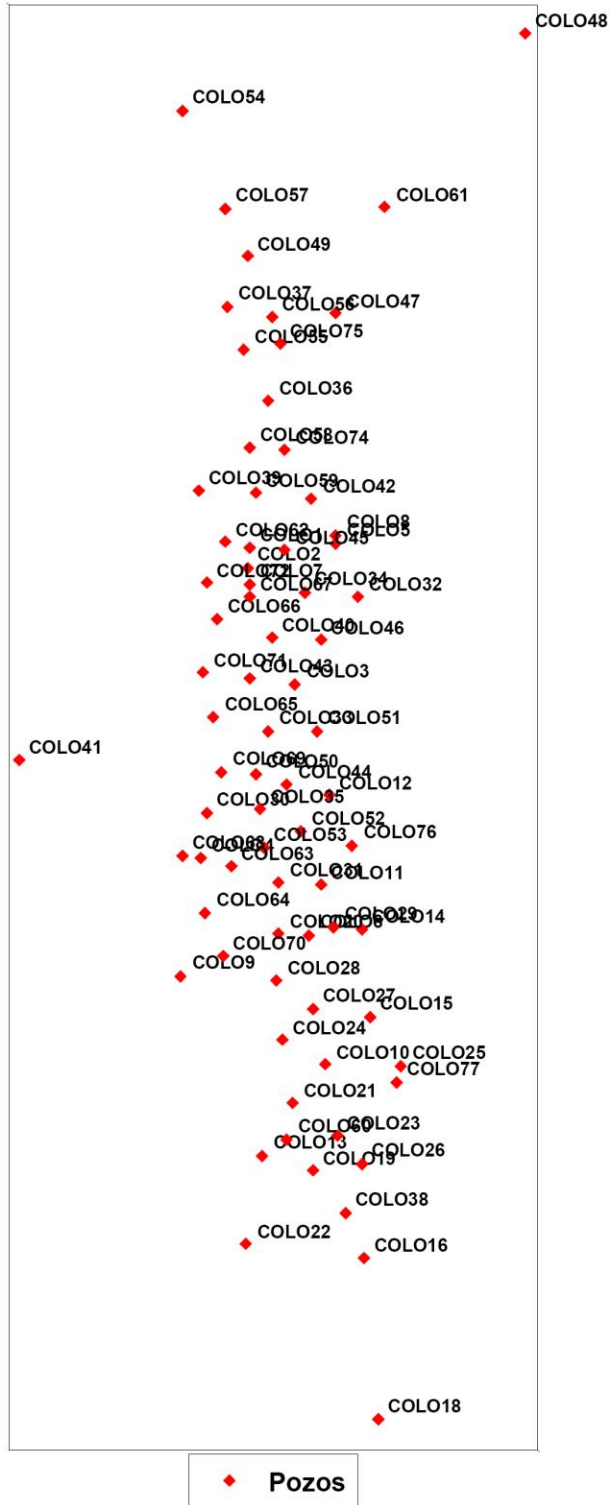
Autores: KARL LEONARD AMAYA C. & JHON FREDY C.

### APÉNDICE 3

#### Distribución de pozos en el Campo Escuela Colorado

#### CAMPO COLORADO

Distribución de Pozos  
Escala 1:1000





## ***APÉNDICE 4***

Reportes generados a partir de análisis geoestadístico.

**ZONA PRODUCTORA B1**

---

### Gridding Report

Sat Dec 12 09:55:30 2009  
Elapsed time for gridding: 0.06 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: F:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Y

#### Data Counts

Active Data: 67  
Original Data: 67  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	3.1179139735574
25%-tile:	1038333.5625	1241309.5	3.2560655743498
Median:	1038630.5	1242619.875	3.2979048872788
75%-tile:	1038906	1244109.375	3.3565535773093
Maximum:	1040220	1247360	3.5723998927513
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	3.3451569331543
Range:	3243	8856.125	0.45448591919392
Interquartile Range:	572.4375	2799.875	0.10048800295957
Median Abs. Deviation:	275.5	1441.875	0.049578440239936
Mean:	1038646.9235075	1242776.0746269	3.3124810607223
Trim Mean (10%):	1038644.3319672	1242751.8237705	3.3086458026146
Standard Deviation:	448.47846909958	1968.6181430684	0.093795147430489
Variance:	201132.93724591	3875457.3932181	0.0087975296815071
Coef. of Variation:			0.028315678100824
Coef. of Skewness:			0.90796119763305

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	3.1344438875712	-0.25587243235703	67
25%-tile:	3.2733207339405	-0.031524783332289	67
Median:	3.2897868801354	-0.0035153529302252	67
75%-tile:	3.3325775549002	0.029827466482721	67
Maximum:	3.5513159736019	0.22292490670616	67
Midrange:	3.3428799305865	-0.016473762825435	67
Range:	0.41687208603068	0.47879733906319	0
Interquartile Range:	0.059256820959694	0.061352249615011	0
Median Abs. Deviation:	0.025621676731012	0.03014861014169	0
Mean:	3.3050702572262	-0.0074108034961033	67
Trim Mean (10%):	3.3013760457239	-0.0050528542174863	67
Standard Deviation:	0.064478246801832	0.084794387141009	0
Variance:	0.004157444310638	0.0071900880906192	0
Coef. of Variation:	0.019508888399633	-1	0
Coef. of Skewness:	1.18168352141	-0.65729664969579	0
Root Mean Square:	3.3056991468541	0.08511761333048	67
Mean Square:	10.927646849512	0.0072450080990771	4489



Most under-estimated data:  
X - 1038016.5625                      Y - 1246862.625                      Z - 3.5337936582168  
E - 3.2779212258597                      ID - 74

Most over-estimated data:  
X - 1038298.1875                      Y - 1246234.875                      Z - 3.2880523842946  
E - 3.5109772910007                      ID - 75

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point

Polynomial Drift Order:                      0  
Kriging std. deviation grid:                      no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                              Nugget Effect  
Error Variance:                              0.0005  
Micro Variance:                              0

Component Type:                              Gaussian  
Anisotropy Angle:                              120  
Anisotropy Length:                              500  
Anisotropy Ratio:                              2  
Variogram Scale:                              0.003

**Search Parameters**

No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                              C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\I\Referencias TEsIs  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\B1\TOPE\No data Filter\LOG\_TOPE\_B1\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_LOG\_TOPE\_B1.grd  
Grid Size:                                      100 rows x 37 columns  
Total Nodes:                                  3700  
Filled Nodes:                                  3700  
Blanked Nodes:                                  0

**Grid Geometry**

X Minimum:                                  1036977  
X Maximum:                                  1040220  
X Spacing:                                    90.0833333333333  
Y Minimum:                                  1238503.875  
Y Maximum:                                  1247360  
Y Spacing:                                    89.4558080808080

**Grid Statistics**

Z Minimum:                                  3.1459673221523  
Z 25%-tile:                                  3.3232276945884  
Z Median:                                    3.3310844099551  
Z 75%-tile:                                  3.3353154817994  
Z Maximum:                                  3.5379259482034  
  
Z Midrange:                                  3.3419466351779  
Z Range:                                      0.39195862605106  
Z Interquartile Range:                      0.012087787210945  
Z Median Abs. Deviation:                    0.0055092407361164  
  
Z Mean:                                      3.3297026987846  
Z Trim Mean (10%):                          3.3286991606718  
Z Standard Deviation:                      0.044513106659286  
Z Variance:                                  0.001981416664461  
  
Z Coef. of Variation:                          0.013368492831367  
Z Coef. of Skewness:                          0.42694478147221  
  
Z Root Mean Square:                          3.3300002220658  
Z Mean Square:                              11.088901478958

### Gridding Report

Sun Nov 15 11:20:22 2009  
Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HIREferencias TESIS y Papers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Z

#### Data Counts

Active Data: 66  
Original Data: 66  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	2.1444185186021
25%-tile:	1038333.5625	1241332	2.3910410196711
Median:	1038630.5	1242633.5	2.5173938594281
75%-tile:	1038906	1244109.375	2.5835048267045
Maximum:	1040220	1247360	2.9738572251307
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	2.5591378718664
Range:	3243	8856.125	0.82943870652867
Interquartile Range:	572.4375	2777.375	0.19246380703339
Median Abs. Deviation:	275.5	1428.25	0.10996175424946
Mean:	1038638.9801136	1242816.0246212	2.5076028818018
Trim Mean (10%):	1038635.5510417	1242795.3645833	2.5032482756767
Standard Deviation:	447.16090294758	1956.3344058202	0.17800526906368
Variance:	199952.87312489	3827244.3073957	0.031685875814433
Coef. of Variation:			0.070986227666071
Coef. of Skewness:			0.40063754560431

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	2.3735748238244	-0.41566355003863	66
25%-tile:	2.4761009033105	-0.079312919309621	66
Median:	2.5059851431422	0.0073666364579132	66
75%-tile:	2.5519854343037	0.09326461907326	66
Maximum:	2.6384571400342	0.40775665074835	66
Midrange:	2.5060159819293	-0.003953449645139	66
Range:	0.26488231620974	0.82342020078698	0
Interquartile Range:	0.075884530993223	0.17257753838288	0
Median Abs. Deviation:	0.036284334694615	0.086679555767534	0
Mean:	2.5072368601349	-0.00036602166692743	66
Trim Mean (10%):	2.5075067471188	0.0017056912790931	66
Standard Deviation:	0.059520403964373	0.16694697865454	0
Variance:	0.0035426784880821	0.02787129368188	0
Coef. of Variation:	0.023739441977241	-1	0
Coef. of Skewness:	-0.081108253890414	-0.23522871371418	0
Root Mean Square:	2.5079432512135	0.16694737989481	66
Mean Square:	6.2897793513071	0.027871427653741	4356



Most under-estimated data:  
X = 1038678.6875                      Y = 1244695.375                      Z = 2.8560095043101  
E = 2.4403459542714                      ID = 69

Most over-estimated data:  
X = 1038848.6875                      Y = 1244379                      Z = 2.1769300844505  
E = 2.5846867351989                      ID = 53

#### Gridding Rules

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point

Polynomial Drift Order:                      0  
Kriging std. deviation grid:                      no

Semi-Variogram Model  
Component Type:                      Nugget Effect  
Error Variance:                              0.001  
Micro Variance:                              0

Component Type:                      Exponential  
Anisotropy Angle:                              -65  
Anisotropy Length:                              200  
Anisotropy Ratio:                              1.4  
Variogram Scale:                              0.03

Search Parameters  
No Search (use all data):                      true

#### Output Grid

Grid File Name:                              C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HIREferencias TEsts  
yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_grd  
Grid Size:                                      100 rows x 37 columns  
Total Nodes:                                      3700  
Filled Nodes:                                      3700  
Blanked Nodes:                                      0

#### Grid Geometry

X Minimum:                                      1036977  
X Maximum:                                      1040220  
X Spacing:                                        90.083333333333

Y Minimum:                                      1238503.875  
Y Maximum:                                      1247360  
Y Spacing:                                        89.455808080808

#### Grid Statistics

Z Minimum:                                      2.2080353539847  
Z 25%-tile:                                      2.5093196643246  
Z Median:                                        2.5124934395951  
Z 75%-tile:                                      2.5155242398695  
Z Maximum:                                      2.8888932358331

Z Midrange:                                      2.5484642949089  
Z Range:                                        0.68085788184839  
Z Interquartile Range:                              0.0062043755449341  
Z Median Abs. Deviation:                              0.0031279684829344

Z Mean:                                        2.5112641706558  
Z Trim Mean (10%):                              2.5108263399611  
Z Standard Deviation:                              0.049891467311541  
Z Variance:                                      0.0024891585104985

Z Coef. of Variation:                              0.019867072486648  
Z Coef. of Skewness:                              0.75856337704432

Z Root Mean Square:                              2.5117597204609  
Z Mean Square:                                      6.3089368933298



### Gridding Report

Sun Apr 11 09:14:51 2010  
Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: D:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: N

#### Data Counts

Active Data: 62  
Original Data: 62  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	-0.16749108729376
25%-tile:	1038333.5625	1241309.5	1.9257142208223
Median:	1038666.8125	1242564.375	2.0448493004528
75%-tile:	1038931	1244109.375	2.1895183861264
Maximum:	1040220	1247360	2.454048686028
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	1.1432787993671
Range:	3243	8856.125	2.6215397733217
Interquartile Range:	597.4375	2799.875	0.2638041653041
Median Abs. Deviation:	295.1875	1489.375	0.13533107324119
Mean:	1038659.8649194	1242743.9516129	2.0016033404555
Trim Mean (10%):	1038660.0301339	1242714.09375	2.0453410641719
Standard Deviation:	456.25748947034	2010.4335049185	0.36163683874108
Variance:	208170.89669778	4041842.877699	0.13078120313465
Coef. of Variation:			0.18067357874152
Coef. of Skewness:			-3.7446963293453

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	-1.3287087373165	-3.1343575714785	62
25%-tile:	1.6326860858742	-0.38052942095577	62
Median:	1.9736411760563	-0.014434825000036	62
75%-tile:	2.2962142656852	0.30942792585039	62
Maximum:	4.1933752336045	1.9616457599424	62
Midrange:	1.432333248144	-0.58635590776806	62
Range:	5.522083970921	5.0960033274209	0
Interquartile Range:	0.66352817981091	0.68995734680616	0
Median Abs. Deviation:	0.34095509018201	0.36609459595573	0
Mean:	1.9140481532943	-0.087555187161207	62
Trim Mean (10%):	1.963038514083	-0.063299921589141	62
Standard Deviation:	0.87371808296857	0.74476902246493	0
Variance:	0.76338328850628	0.55468089682337	0
Coef. of Variation:	0.45647654238206	-1	0
Coef. of Skewness:	-1.2923414348731	-0.93227767688677	0
Root Mean Square:	2.1040350808947	0.74989786479373	62
Mean Square:	4.4269636216357	0.5623468076222	3844



Most under-estimated data:  
X = 1039269.625                      Y = 1238503.875                      Z = 1.8482676690953  
E = -1.2860699023832              ID = 7

Most over-estimated data:  
X = 1039179.5625                      Y = 1239532.125                      Z = 2.2317294776621  
E = 4.1933752336045              ID = 6

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point  
Polynomial Drift Order:                0  
Kriging std. deviation grid:            no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                        Nugget Effect  
Error Variance:                          0.02  
Micro Variance:                          0

Component Type:                        Gaussian  
Anisotropy Angle:                        175  
Anisotropy Length:                        550  
Anisotropy Ratio:                         0.6  
Variogram Scale:                         0.12

**Search Parameters**

No Search (use all data):              true

**Output Grid**

Grid File Name:                         D:\Documents and Settings\Administrador Mis  
documentos\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_NETO\_ARENAS\_B1.grd  
Grid Size:                                100 rows x 37 columns  
Total Nodes:                              3700  
Filled Nodes:                              3700  
Blanked Nodes:                            0

**Grid Geometry**

X Minimum:                                1036977  
X Maximum:                                1040220  
X Spacing:                                 90.0833333333333  
Y Minimum:                                1238503.875  
Y Maximum:                                1247360  
Y Spacing:                                 89.4558080808080

**Grid Statistics**

Z Minimum:                                0.25440062120949  
Z 25%-tile:                                1.9098925670706  
Z Median:                                  1.9648683893047  
Z 75%-tile:                                2.0695346100679  
Z Maximum:                                2.4502341376827  
Z Midrange:                                1.3523173794461  
Z Range:                                    2.1958335164732  
Z Interquartile Range:                 0.15964204299723  
Z Median Abs. Deviation:               0.077429226639515  
Z Mean:                                    1.9560388628565  
Z Trim Mean (10%):                      1.9823414807802  
Z Standard Deviation:                    0.24904177699123  
Z Variance:                                0.062021806686951  
Z Coef. of Variation:                    0.12731944222598  
Z Coef. of Skewness:                    -3.0893146499696  
Z Root Mean Square:                    1.9718290594501  
Z Mean Square:                            3.8881098396918

### Gridding Report

Sat Nov 07 17:21:35 2009

Elapsed time for gridding: 0.01 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HIREferencias TEsIs  
yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: F

#### Data Counts

Active Data: 13  
Original Data: 13  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1242379.875	0.1222
25%-tile:	1038276.0625	1243195.75	0.1254
Median:	1038408.8125	1244695.375	0.1289
75%-tile:	1038566.875	1245606.625	0.1372
Maximum:	1038736.125	1246862.625	0.1409
Midrange:	1038376.34375	1244621.25	0.13155
Range:	719.5625	4482.75	0.0187
Interquartile Range:	290.8125	2410.875	0.0118
Median Abs. Deviation:	158.0625	1237.875	0.006
Mean:	1038395.2644231	1244496.375	0.12993076923077
Trim Mean (10%):	1038398.7045455	1244473.6704545	0.12963636363636
Standard Deviation:	209.97621224282	1443.4415829417	0.0063019392150212
Variance:	44090.00970784	2083523.6033654	3.9714437869822E-005
Coef. of Variation:			0.048502285119458
Coef. of Skewness:			0.29971238119905

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.12332150403288	-0.0077289411324276	13
25%-tile:	0.12587067250701	-0.0019596798646278	13
Median:	0.12964032013537	0.00033758908824136	13
75%-tile:	0.13284982176283	0.0020983071180107	13
Maximum:	0.13929830711801	0.0099498217628254	13
Midrange:	0.13130990557545	0.0011104403151989	13
Range:	0.01597680308513	0.017678762895253	0
Interquartile Range:	0.0069791492558119	0.0040579869826385	0
Median Abs. Deviation:	0.0034565705271324	0.0022972689528692	0
Mean:	0.13008203001895	0.00015126078818055	13
Trim Mean (10%):	0.12965877991777	-2.3135489459156E-005	13
Standard Deviation:	0.0045297107265251	0.0044440091633831	0
Variance:	2.0518279265997E-005	1.9749217444233E-005	0
Coef. of Variation:	0.034821956006262	29.379783199851	0
Coef. of Skewness:	0.41067809794437	0.19075046990946	0
Root Mean Square:	0.13016087281943	0.0044465826507863	13
Mean Square:	0.016941852813117	1.9772097270274E-005	169



Most under-estimated data:  
 X = 1038602.3125                      Y = 1243500.875                      Z = 0.1372  
 E = 0.12947105886757                      ID = 51

Most over-estimated data:  
 X = 1038122                                      Y = 1244442.5                                      Z = 0.1229  
 E = 0.13284982176283                      ID = 64

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
 Kriging Type:                              Point  
 Polynomial Drift Order:                      0  
 Kriging std. deviation grid:                      no

**Semi-Variogram Model**  
 Component Type:                      Nugget Effect  
 Error Variance:                              1.71E-005  
 Micro Variance:                              0

Component Type:                      Gaussian  
 Anisotropy Angle:                              65  
 Anisotropy Length:                              600  
 Anisotropy Ratio:                              1.5  
 Variogram Scale:                              6.18E-005

**Search Parameters**  
 No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                              C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\H\Referencias Tesis yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_grd  
 Grid Size:                                      100 Rows x 17 columns  
 Total Nodes:                                  1700  
 Filled Nodes:                                  1700  
 Blanked Nodes:                                  0

**Grid Geometry**

X Minimum:                                  1038016.562  
 X Maximum:                                  1038736.125  
 X Spacing:                                      44.972687499998  
 Y Minimum:                                  1242379.875  
 Y Maximum:                                  1246862.625  
 Y Spacing:                                      45.280303030303

**Grid Statistics**

Z Minimum:                                  0.12233250817136  
 Z 25%-tile:                                  0.12671028016733  
 Z Median:                                      0.12976088556255  
 Z 75%-tile:                                  0.13341138264846  
 Z Maximum:                                  0.1387019905619  
 Z Midrange:                                  0.13051724936663  
 Z Range:                                      0.016369482390531  
 Z Interquartile Range:                      0.0067011024811301  
 Z Median Abs. Deviation:                      0.003295579448315  
 Z Mean:                                      0.13009091912058  
 Z Trim Mean (10%):                              0.13004457198614  
 Z Standard Deviation:                      0.0040086125995374  
 Z Variance:                                  1.606897497317E-005  
 Z Coef. of Variation:                              0.030813930954102  
 Z Coef. of Skewness:                              0.19199064400857  
 Z Root Mean Square:                              0.13015266502309  
 Z Mean Square:                                  0.016939716212612



### Gridding Report

Wed Nov 04 13:14:21 2009

Elapsed time for gridding: 0.00 seconds

### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HIREferencias Testb  
yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: E

### Data Counts

Active Data: 13  
Original Data: 13  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1242379.875	0.2746
25%-tile:	1038276.0625	1243195.75	0.2821
Median:	1038408.8125	1244695.375	0.3018
75%-tile:	1038566.875	1245606.625	0.3026
Maximum:	1038736.125	1246862.625	0.3821
Midrange:	1038376.34375	1244621.25	0.32835
Range:	719.5625	4482.75	0.1075
Interquartile Range:	290.8125	2410.875	0.0205
Median Abs. Deviation:	158.0625	1237.875	0.0171
Mean:	1038395.2644231	1244496.375	0.30126923076923
Trim Mean (10%):	1038398.7045455	1244473.6704545	0.29634545454545
Standard Deviation:	209.97621224282	1443.4415829417	0.028325372823003
Variance:	44090.00970784	2083523.6033654	0.00080232674556213
Coef. of Variation:			0.094020131928774
Coef. of Skewness:			1.7010574366902

### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.2521227196642	-0.12774080192792	13
25%-tile:	0.26926063840787	-0.027385599077212	13
Median:	0.27709827007231	-0.017729045686326	13
75%-tile:	0.30425605579803	0.022892173821869	13
Maximum:	0.35551533785125	0.046415337851247	13
Midrange:	0.30381902875772	-0.040662732038336	13
Range:	0.10339261818705	0.17415613977917	0
Interquartile Range:	0.03499541739016	0.05027772899081	0
Median Abs. Deviation:	0.013048922297539	0.026554722558787	0
Mean:	0.28907979427357	-0.012189436495663	13
Trim Mean (10%):	0.28639993345827	-0.0070124736697229	13
Standard Deviation:	0.030463829549147	0.043863666735089	0
Variance:	0.00092804491079951	0.001924021259447	0
Coef. of Variation:	0.10538207841783	-1	0
Coef. of Skewness:	0.96892879414098	-1.011040042605	0
Root Mean Square:	0.29068053317697	0.045525856625975	13
Mean Square:	0.084495172368048	0.0020726036215288	169





### Gridding Report

Fri Apr 02 11:21:44 2010  
Elapsed time for gridding: 0.00 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: D:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Z

#### Data Counts

Active Data: 13  
Original Data: 13  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1242379.875	0.60205999132796
25%-tile:	1038276.0625	1243195.75	0.90308998699194
Median:	1038408.8125	1244695.375	1.161368002235
75%-tile:	1038566.875	1245606.625	1.5910646070265
Maximum:	1038736.125	1246862.625	1.7118072290412
Midrange:	1038376.34375	1244621.25	1.1569336101846
Range:	719.5625	4482.75	1.1097472377132
Interquartile Range:	290.8125	2410.875	0.68797462003456
Median Abs. Deviation:	158.0625	1237.875	0.3299936915993
Mean:	1038395.2644231	1244496.375	1.2097273080141
Trim Mean (10%):	1038398.7045455	1244473.6704545	1.219326162165
Standard Deviation:	209.97621224282	1443.4415829417	0.35340328726271
Variance:	44090.00970784	2083523.6033654	0.12489388344809
Coef. of Variation:			0.29213466945939
Coef. of Skewness:			-0.18246300500345

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	1.1001440671437	-0.49381039572551	13
25%-tile:	1.1740937686858	-0.34615990621974	13
Median:	1.2208523855318	-0.061223935091294	13
75%-tile:	1.2449047008068	0.32762569922189	13
Maximum:	1.321103018092	0.61879239420385	13
Midrange:	1.2106235426179	0.062490999239171	13
Range:	0.22095895094834	1.1126027899294	0
Interquartile Range:	0.070810932120975	0.67378560544164	0
Median Abs. Deviation:	0.029444728780347	0.31070656748046	0
Mean:	1.212154085595	0.0024267775808253	13
Trim Mean (10%):	1.2124323661363	-0.0084939899934194	13
Standard Deviation:	0.059262943312333	0.36427608638749	0
Variance:	0.0035120964500408	0.13269706711378	0
Coef. of Variation:	0.048890602289431	150.10691101885	0
Coef. of Skewness:	-0.28582767677303	0.27215747999258	0
Root Mean Square:	1.2136019214201	0.36428416979497	13
Mean Square:	1.4728296236746	0.13270295636321	169



**Most under-estimated data:**

X = 1038311.3125                      Y = 1245606.625                      Z = 1.7118072290412  
E = 1.2179968333157                      ID = 71

**Most over-estimated data:**

X = 1038276.0625                      Y = 1242633.5                      Z = 0.60205999132796  
E = 1.2208523855318                      ID = 43

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point

Polynomial Drift Order:                      0  
Kriging std. deviation grid:                      no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                      Nugget Effect  
Error Variance:                              0.02  
Micro Variance:                              0

Component Type:                      Gaussian  
Anisotropy Angle:                              115  
Anisotropy Length:                              250  
Anisotropy Ratio:                              1.5  
Variogram Scale:                              0.05

**Search Parameters**

No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                      D:\Documents and Settings\Administrador\Mis  
documentos\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_Log\_netpa\_b1.grd  
Grid Size:                                  100 rows x 17 columns  
Total Nodes:                              1700  
Filled Nodes:                              1700  
Blanked Nodes:                              0

**Grid Geometry**

X Minimum:                              1038016.562  
X Maximum:                              1038736.125  
X Spacing:                                  44.9726874999998

Y Minimum:                              1242379.875  
Y Maximum:                              1246862.625  
Y Spacing:                                  45.280303030303

**Grid Statistics**

Z Minimum:                              0.78367244983706  
Z 25%-tile:                              1.1795557490674  
Z Median:                                  1.2022688050762  
Z 75%-tile:                              1.2357035345128  
Z Maximum:                              1.5778122285829

Z Midrange:                              1.18074233921  
Z Range:                                    0.79413977874588  
Z Interquartile Range:                      0.056147785445416  
Z Median Abs. Deviation:                    0.027538677715799

Z Mean:                                    1.2120654041194  
Z Trim Mean (10%):                      1.2121323578581  
Z Standard Deviation:                      0.11349186192019  
Z Variance:                                0.012880402722111

Z Coef. of Variation:                      0.093635097193988  
Z Coef. of Skewness:                      0.058876484171582

Z Root Mean Square:                      1.2173672192831  
Z Mean Square:                              1.4819829465851



## ZONA PRODUCTORA B2



**Gridding Report**

Sat Nov 21 12:38:56 2009  
Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

**Data Source**

Source Data File Name: E:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Z

**Data Counts**

Active Data: 69  
Original Data: 69  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

**Univariate Statistics**

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	3.2318160721907
25%-tile:	1038408.8125	1241332	3.3466912793416
Median:	1038642	1242564.375	3.3839427642688
75%-tile:	1038906	1244061.75	3.4422884492155
Maximum:	1040220	1247360	3.6201308475746
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	3.4259734598827
Range:	3243	8856.125	0.38831477538392
Interquartile Range:	497.1875	2729.75	0.095597169873887
Median Abs. Deviation:	264	1291.625	0.042506261132656
Mean:	1038657.1865942	1242742.3478261	3.4003795711491
Trim Mean (10%):	1038655.6547619	1242715.6547619	3.3976513549357
Standard Deviation:	446.8000766335	1949.6775295273	0.06495474834036
Variance:	199630.3084797	3801242.4691438	0.0072173092655739
Coef. of Variation:			0.024983901521221
Coef. of Skewness:			0.70259280174277

**Univariate Cross-Validation Statistics**

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.15421652031512	-3.243003700546	69
25%-tile:	3.3194979695528	-0.082388103404382	69
Median:	3.3823602302444	0.0064308805775681	69
75%-tile:	3.4678748360212	0.079512044505333	69
Maximum:	8.7589847630895	5.1501753539101	69
Midrange:	4.4566006417023	0.95358582668206	69
Range:	8.6047682427744	8.393179054456	0
Interquartile Range:	0.14837686646839	0.16190014790971	0
Median Abs. Deviation:	0.077335886346157	0.062171698947866	0
Mean:	3.4549130385082	0.054533467359104	69
Trim Mean (10%):	3.3904272240695	-0.0037336188017739	69
Standard Deviation:	0.92963824347596	0.9167947700573	0
Variance:	0.86422726373306	0.84051265040442	0
Coef. of Variation:	0.26907717592723	16.811598720107	0
Coef. of Skewness:	2.5518886766823	2.3586948512835	0
Root Mean Square:	3.5777997942013	0.91841523804139	69

Mean Square: 12.800651367387 0.84348654946663 4761

**Most under-estimated data:**

X = 1038425.8125

E = 0.15421652031512

Y = 1239622.25

ID = 10

Z = 3.3972202208611

**Most over-estimated data:**

X = 1039308.3125

E = 8.7589847630895

Y = 1246254.875

ID = 76

Z = 3.6088094091795

**Gridding Rules**

Gridding Method:

Kriging Type:

Kriging

Point

Polynomial Drift Order:

Kriging std. deviation grid:

0

no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:

Error Variance:

Micro Variance:

Nugget Effect

0.001

0

Component Type:

Anisotropy Angle:

Anisotropy Length:

Anisotropy Ratio:

Variogram Scale:

Gaussian

105

1220

1.5

0.004

**Search Parameters**

No Search (use all data):

true

**Output Grid**

Grid File Name:

Grid Size:

Total Nodes:

Filled Nodes:

Blanked Nodes:

E:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_grd

100 rows x 37 columns

3700

3700

0

**Grid Geometry**

X Minimum:

X Maximum:

X Spacing:

1036977

1040220

90.0833333333333

Y Minimum:

Y Maximum:

Y Spacing:

1238503.875

1247360

89.455808080808

**Grid Statistics**

Z Minimum:

Z 25%-tile:

Z Median:

Z 75%-tile:

Z Maximum:

3.2526772227888

3.3975619602687

3.4509690520598

3.4879490815129

3.577783452774

Z Midrange:

Z Range:

Z Interquartile Range:

Z Median Abs. Deviation:

3.4152303377814

0.32510622998517

0.090387121244219

0.044240810485661

Z Mean:

Z Trim Mean (10%):

Z Standard Deviation:

Z Variance:

3.441713903229

3.4437232761099

0.070863465676914

0.0050216307677432

Z Coef. of Variation:

Z Coef. of Skewness:

0.020589586371613

-0.41266662181981

Z Root Mean Square:

Z Mean Square:

3.4424433506519

11.850416222447

### Gridding Report

Thu Apr 01 19:14:03 2010  
Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: D:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Z

#### Data Counts

Active Data: 69  
Original Data: 69  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	2.3416521119435
25%-tile:	1038408.8125	1241332	2.5409923003566
Median:	1038642	1242564.375	2.6093062067148
75%-tile:	1038906	1244061.75	2.718003168267
Maximum:	1040220	1247360	2.9251676465135
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	2.6334098792285
Range:	3243	8856.125	0.58351553456995
Interquartile Range:	497.1875	2729.75	0.1770108679104
Median Abs. Deviation:	264	1291.625	0.078917782646086
Mean:	1038657.1865942	1242742.3478261	2.6333040139082
Trim Mean (10%):	1038655.6547619	1242715.6547619	2.6332050107485
Standard Deviation:	446.8000766335	1949.6775295273	0.14048049713762
Variance:	199630.3084797	3801242.4691438	0.019734770076034
Coef. of Variation:			0.053347618199668
Coef. of Skewness:			0.19095745274839

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	2.4073809891149	-0.32528555385295	69
25%-tile:	2.5945931685373	-0.096526574992113	69
Median:	2.6316983990027	0.0083079039402172	69
75%-tile:	2.6679169854985	0.10051775443251	69
Maximum:	2.793218197706	0.28563421174012	69
Midrange:	2.6002995934105	-0.019825671056418	69
Range:	0.38583720859108	0.61091976559307	0
Interquartile Range:	0.073323816961223	0.19704432942462	0
Median Abs. Deviation:	0.037105230465448	0.10105353935633	0
Mean:	2.6327127104704	-0.0005913034377873269	
Trim Mean (10%):	2.6334752587978	-1.3864408133021E-00669	
Standard Deviation:	0.068965235847354	0.1343178573638	0
Variance:	0.0047562037554812	0.018041286806801	0
Coef. of Variation:	0.026195503813644	-1	0
Coef. of Skewness:	-0.22301089729213	-0.10654684926446	0
Root Mean Square:	2.6336158451125	0.1343191588961	69



Mean Square: 6.9359324196277 0.018041636446556 4761

Most under-estimated data:  
X = 1038497.0625 Y = 1244420.5 Z = 2.9251676465135  
E = 2.5998820926605 ID = 56

Most over-estimated data:  
X = 1038153.3125 Y = 1243273.125 Z = 2.3512550335476  
E = 2.6368892452878 ID = 61

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**  
Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 0.0075  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 115  
Anisotropy Length: 300  
Anisotropy Ratio: 1.7  
Variogram Scale: 0.01

**Search Parameters**  
No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: D:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer\0\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_grd  
Grid Size: 100 rows x 37 columns  
Total Nodes: 3700  
Filled Nodes: 3700  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1036977  
X Maximum: 1040220  
X Spacing: 90.083333333333

Y Minimum: 1238503.875  
Y Maximum: 1247360  
Y Spacing: 89.455806080808

**Grid Statistics**

Z Minimum: 2.4615330432497  
Z 25%-tile: 2.6314483149191  
Z Median: 2.632097786311  
Z 75%-tile: 2.6321039747437  
Z Maximum: 2.8205025759651

Z Midrange: 2.6410178096074  
Z Range: 0.35896953271548  
Z Interquartile Range: 0.00065565982460924  
Z Median Abs. Deviation: 0.00020006890218482

Z Mean: 2.6327573593781  
Z Trim Mean (10%): 2.6320728314825  
Z Standard Deviation: 0.034104107764679  
Z Variance: 0.0011630901664249

Z Coef. of Variation: 0.012953760301229  
Z Coef. of Skewness: 0.53182778611502

Z Root Mean Square: 2.6329782383313  
Z Mean Square: 6.932574403526

### Gridding Report

Tue Apr 13 00:38:58 2010

Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: D:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: O

#### Data Counts

Active Data: 64  
Original Data: 64  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	1.6403919849593
25%-tile:	1038408.8125	1241309.5	1.9057958803679
Median:	1038666.8125	1242493	2.0535509140109
75%-tile:	1038962	1244109.375	2.2141706998141
Maximum:	1040220	1247360	2.7012916064088
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	2.1708417956841
Range:	3243	8856.125	1.0608996214495
Interquartile Range:	553.1875	2799.875	0.30837481944621
Median Abs. Deviation:	295.1875	1418	0.14854341331367
Mean:	1038669.5986328	1242702.0292969	2.0616271740703
Trim Mean (10%):	1038669.21875	1242668.8642241	2.0586074674343
Standard Deviation:	458.57525859822	1996.8299176667	0.20427722628077
Variance:	210291.26779842	3987329.720089	0.041729185176967
Coef. of Variation:			0.099085435451196
Coef. of Skewness:			0.35761084591423

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	1.5941389535617	-0.77179654549857	64
25%-tile:	1.9209629802256	-0.23317606863719	64
Median:	2.0793217530342	0.038443737634168	64
75%-tile:	2.2441436337237	0.26887612907626	64
Maximum:	2.7701062433485	0.71655532933758	64
Midrange:	2.1821225984551	-0.027620608080495	64
Range:	1.1759672897868	1.4883518748362	0
Interquartile Range:	0.32318065349806	0.50205219771346	0
Median Abs. Deviation:	0.16482188068954	0.24665623728086	0
Mean:	2.0672294343965	0.0056022603262351	64
Trim Mean (10%):	2.0634183382949	0.010275346056911	64
Standard Deviation:	0.25424288420057	0.31850345565255	0
Variance:	0.064639444166626	0.10144445126261	0
Coef. of Variation:	0.12298726013196	56.852669655677	0
Coef. of Skewness:	0.068419317315343	-0.10340207955171	0
Root Mean Square:	2.0828050745574	0.31855272182698	64
Mean Square:	4.338076978602	0.10147583658338	4096

**Most under-estimated data:**

X = 1038333.5625                      Y = 1242037.125                      Z = 2.7012916064088  
E = 1.9294950609103                      ID = 33

**Most over-estimated data:**

X = 1038536.875                      Y = 1240183.125                      Z = 2.0535509140109  
E = 2.7701062433485                      ID = 3

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point

Polynomial Drift Order:                      0  
Kriging std. deviation grid:                      no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                              Nugget Effect  
Error Variance:                              0.005  
Micro Variance:                              0

Component Type:                              Gaussian  
Anisotropy Angle:                              100  
Anisotropy Length:                              550  
Anisotropy Ratio:                              1.8  
Variogram Scale:                              0.0427

**Search Parameters**

No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                              C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HReferencias TEsit  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\B2\NETO\_ARENAS\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_NETO\_ARENAS\_B2.grd  
Grid Size:                                      100 rows x 37 columns  
Total Nodes:                                  3700  
Filled Nodes:                                  3700  
Blanked Nodes:                                  0

**Grid Geometry**

X Minimum:                                  1036977  
X Maximum:                                  1040220  
X Spacing:                                    90.083333333333

Y Minimum:                                  1238503.875  
Y Maximum:                                  1247360  
Y Spacing:                                    89.455808080808

**Grid Statistics**

Z Minimum:                                  1.5999176423988  
Z 25%-tile:                                  2.0319841044547  
Z Median:                                    2.0476899690216  
Z 75%-tile:                                  2.070023720684  
Z Maximum:                                  2.6080523970239

Z Midrange:                                  2.1039850197114  
Z Range:                                      1.0081347546251  
Z Interquartile Range:                      0.038039616229351  
Z Median Abs. Deviation:                    0.019135219881182

Z Mean:                                      2.0492357280854  
Z Trim Mean (10%):                          2.0496681615723  
Z Standard Deviation:                      0.096267787580412  
Z Variance:                                  0.0092674869256274

Z Coef. of Variation:                          0.046977410290595  
Z Coef. of Skewness:                          0.026493885652266

Z Root Mean Square:                          2.0514956875868  
Z Mean Square:                              4.2086345561872



### Gridding Report

Sun Dec 06 14:22:12 2009

Elapsed time for gridding: 0.00 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HIREferencias Tests  
yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: K

#### Data Counts

Active Data: 25  
Original Data: 25  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1238503.875	0.108
25%-tile:	1038408.8125	1240297	0.1187
Median:	1038602.3125	1241937.875	0.1229
75%-tile:	1039014.125	1244695.375	0.1332
Maximum:	1039398	1246862.625	0.2146
Midrange:	1038707.28125	1242683.25	0.1613
Range:	1381.4375	8358.75	0.1066
Interquartile Range:	605.3125	4398.375	0.0145
Median Abs. Deviation:	268.75	1798.5	0.0054
Mean:	1038672.035	1242394.435	0.135276
Trim Mean (10%):	1038668.9701087	1242369.3206522	0.13301304347826
Standard Deviation:	372.07379941686	2402.2743286623	0.029784724675578
Variance:	138438.9122125	5770921.95015	0.000887129624
Coef. of Variation:			0.22017744962579
Coef. of Skewness:			1.6883521322343

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.097628114407538	-0.084856889745541	25
25%-tile:	0.12142124502405	-0.0013971664494831	25
Median:	0.13507685967194	0.0023959492794454	25
75%-tile:	0.13719594927945	0.017926770508081	25
Maximum:	0.20749814014087	0.041356196527679	25
Midrange:	0.1525631272742	-0.021750346608931	25
Range:	0.10987002573333	0.12621308627322	0
Interquartile Range:	0.015774704255391	0.019323936957564	0
Median Abs. Deviation:	0.0072210707132389	0.011135107235104	0
Mean:	0.13381719703454	-0.0014588029654552	25
Trim Mean (10%):	0.13218711614414	0.00030567909049918	25
Standard Deviation:	0.021430323543946	0.032180486659989	0
Variance:	0.00045925876719822	0.0010355837216737	0
Coef. of Variation:	0.16014625936616	-1	0
Coef. of Skewness:	1.6194135737721	-1.4849054197627	0
Root Mean Square:	0.13552232653471	0.032213534853625	25
Mean Square:	0.01836630098938	0.0010377118277657	625



Most under-estimated data:  
X = 1038016.5625                      Y = 1246862.625                      Z = 0.2146  
E = 0.12974311025446                      ID = 74

Most over-estimated data:  
X = 1038408.8125                      Y = 1245336.25                      Z = 0.1276  
E = 0.16895619652768                      ID = 66

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point

Polynomial Drift Order:                      0  
Kriging std. deviation grid:                      no

**Semi-Variogram Model**  
Component Type:                      Nugget Effect  
Error Variance:                              1.5E-005  
Micro Variance:                              0

Component Type:                      Wave (Hole Effect)  
Anisotropy Angle:                              135  
Anisotropy Length:                              160  
Anisotropy Ratio:                              1.5  
Variogram Scale:                              0.0004

**Search Parameters**  
No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                      C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HI\Referencias Tests  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\B2\Atributos\_petrofisicos\%PHier\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_POR\_B2.grd  
Grid Size:                                      100 rows x 17 columns  
Total Nodes:                                  1700  
Filled Nodes:                                  1700  
Blanked Nodes:                                  0

**Grid Geometry**

X Minimum:                                  1038016.562  
X Maximum:                                  1039398  
X Spacing:                                      86.339874999998

Y Minimum:                                  1238503.675  
Y Maximum:                                  1246862.625  
Y Spacing:                                      84.431818181818

**Grid Statistics**

Z Minimum:                                  0.10228304735061  
Z 25%-tile:                                  0.12974359620729  
Z Median:                                      0.13703211860465  
Z 75%-tile:                                  0.14342793157533  
Z Maximum:                                  0.22511228579816

Z Midrange:                                  0.16369766657438  
Z Range:                                      0.12282923844754  
Z Interquartile Range:                      0.01368433536804  
Z Median Abs. Deviation:                      0.0067481422850016

Z Mean:                                      0.13798884078395  
Z Trim Mean (10%):                      0.13652480897442  
Z Standard Deviation:                      0.016527796659399  
Z Variance:                                  0.00027316806241444

Z Coef. of Variation:                      0.11977632803856  
Z Coef. of Skewness:                      1.878752057007

Z Root Mean Square:                      0.13897513534195  
Z Mean Square:                              0.019314088243313

### Gridding Report

Sun Dec 06 13:36:42 2009  
Elapsed time for gridding: 0.01 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HReferencias TEsIs yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: J

#### Data Counts

Active Data: 25  
Original Data: 25  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1238503.875	0.2857
25%-tile:	1038408.8125	1240297	0.3014
Median:	1038602.3125	1241937.875	0.3023
75%-tile:	1039014.125	1244695.375	0.3291
Maximum:	1039398	1246862.625	0.3621
Midrange:	1038707.28125	1242683.25	0.3339
Range:	1381.4375	8358.75	0.0964
Interquartile Range:	605.3125	4398.375	0.0277
Median Abs. Deviation:	268.75	1798.5	0.0166
Mean:	1038672.035	1242394.435	0.32098
Trim Mean (10%):	1038668.9701087	1242369.3206522	0.31965652173913
Standard Deviation:	372.07379941686	2402.2743286623	0.028477401566856
Variance:	138438.9122125	5770921.95015	0.0006109624
Coef. of Variation:			0.088720174362442
Coef. of Skewness:			1.0433771027352

#### Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.29493494683525	-0.065192054212577	25
25%-tile:	0.31472499755024	-0.0091049297859476	25
Median:	0.32112786891296	0.0074117873053766	25
75%-tile:	0.32331782775508	0.020365181789272	25
Maximum:	0.34487220688726	0.04347220688726	25
Midrange:	0.31990357686126	-0.010859923662659	25
Range:	0.049937260052009	0.10866426109984	0
Interquartile Range:	0.0085928302048478	0.029470111575219	0
Median Abs. Deviation:	0.0052088207624201	0.013876840470125	0
Mean:	0.32095632921069	-2.367078930914E-005	25
Trim Mean (10%):	0.32104787289325	0.00091861206924299	25
Standard Deviation:	0.010733652586694	0.030136657429256	0
Variance:	0.00011521129785183	0.00090821812100834	0
Coef. of Variation:	0.033442719802692	-1	0
Coef. of Skewness:	0.18968500952829	-0.85071817259876	0
Root Mean Square:	0.32113576032303	0.030136666725346	25
Mean Square:	0.10312817655825	0.0009082186813146	625



**Most under-estimated data:**

X = 1038630.5                      Y = 1241937.875                      Z = 0.3727  
E = 0.30750794578742                      ID = 28

**Most over-estimated data:**

X = 1038642                                      Y = 1241613                                      Z = 0.3014  
E = 0.34487220688726                      ID = 27

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                                      Point

Polynomial Drift Order:                      0  
Kriging std. deviation grid:                      no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                                      Nugget Effect  
Error Variance:                                      0.00018  
Micro Variance:                                      0

Component Type:                                      Gaussian  
Anisotropy Angle:                                      110  
Anisotropy Length:                                      300  
Anisotropy Ratio:                                      1.5  
Variogram Scale:                                      0.0006

**Search Parameters**

No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                                      C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO-III\Referencias TEIs  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\B2\Atributos\_petrofisicos\%Sw\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_SW.grd  
Grid Size:    100 rows x 17 columns  
Total Nodes:    1700  
Filled Nodes:    1700  
Blanked Nodes:    0

**Grid Geometry**

X Minimum:    1038016.562  
X Maximum:    1039398  
X Spacing:    86.3398749999998

Y Minimum:    1238503.875  
Y Maximum:    1246862.625  
Y Spacing:    84.43181818181818

**Grid Statistics**

Z Minimum:    0.29352974524697  
Z 25%-tile:    0.32017048439182  
Z Median:    0.3214170748279  
Z 75%-tile:    0.32201865584821  
Z Maximum:    0.36743667118991

Z Midrange:    0.33048320821844  
Z Range:    0.073906925942936  
Z Interquartile Range:                                      0.0018481714563922  
Z Median Abs. Deviation:                                      0.00081442783915348

Z Mean:    0.3212861864078  
Z Trim Mean (10%):                                      0.32079649636833  
Z Standard Deviation:                                      0.0084396998199567  
Z Variance:    7.1228533050978E-005

Z Coef. of Variation:                                      0.026268480180609  
Z Coef. of Skewness:                                      1.4763184454046

Z Root Mean Square:                                      0.32139701633574  
Z Mean Square:                                      0.10329604210952



### Gridding Report

Tue Dec 08 11:26:31 2009  
Elapsed time for gridding: 0.02 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HIV\Referencias Tesis y Papers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Z

#### Data Counts

Active Data: 25  
Original Data: 25  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1238503.875	0.17609125905568
25%-tile:	1038408.8125	1240297	0.90308998699194
Median:	1038602.3125	1241937.875	1.0413926851582
75%-tile:	1039014.125	1244695.375	1.3521825181114
Maximum:	1039398	1246862.625	2.1222158782728
Midrange:	1038707.28125	1242683.25	1.1491535686643
Range:	1381.4375	8358.75	1.9461246192171
Interquartile Range:	605.3125	4398.375	0.44909253111942
Median Abs. Deviation:	268.75	1798.5	0.22847932851537
Mean:	1038672.035	1242394.435	1.1407333312863
Trim Mean (10%):	1038668.9701087	1242369.3206522	1.1400011367317
Standard Deviation:	372.07379941686	2402.2743286623	0.42555515265149
Variance:	138436.9122125	5770921.95015	0.18109718794823
Coef. of Variation:			0.37305401795495
Coef. of Skewness:			0.29906171631871

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	-0.18217235809484	-1.2235650432531	25
25%-tile:	0.75408618676038	-0.399863866046	25
Median:	1.2392774985765	0.081648247222133	25
75%-tile:	1.5026632468497	0.51418787369542	25
Maximum:	2.1441937774591	1.1028010923009	25
Midrange:	0.98101070968212	-0.060381975476103	25
Range:	2.3263661355539	2.3263661355539	0
Interquartile Range:	0.74857706008932	0.91405173974142	0
Median Abs. Deviation:	0.3641942471151	0.44424565637191	0
Mean:	1.1527680585386	0.012034727252333	25
Trim Mean (10%):	1.1677034801783	0.018331831837414	25
Standard Deviation:	0.53974854232893	0.56971161157733	0
Variance:	0.29132848894621	0.32457132036604	0
Coef. of Variation:	0.46821955061209	47.338971597124	0
Coef. of Skewness:	-0.36328217772132	-0.35042497237451	0
Root Mean Square:	1.2728718261212	0.56983870965921	25
Mean Square:	1.6202026857331	0.32471615502608	625



Most under-estimated data:  
 X = 1038642                      Y = 1241613                      Z = 1.0413926851582  
 E = -0.18217235809484                      ID = 27

Most over-estimated data:  
 X = 1038333.5625                      Y = 1242037.125                      Z = 1.0413926851582  
 E = 2.1441937774591                      ID = 33

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
 Kriging Type:                      Point  
 Polynomial Drift Order:                      0  
 Kriging std. deviation grid:                      no  
 Semi-Variogram Model  
 Component Type:                      Nugget Effect  
 Error Variance:                      0.045  
 Micro Variance:                      0  
 Component Type:                      Wave (Hole Effect)  
 Anisotropy Angle:                      90  
 Anisotropy Length:                      180  
 Anisotropy Ratio:                      1.5  
 Variogram Scale:                      0.15  
 Search Parameters  
 No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                      C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\H\Referencias TEsts  
 yPapers\Proyecto\PROYECTO\B2\Atributos\_petrofisicos\Netpay\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_NETPAY.grd  
 Grid Size:                      100 rows x 17 columns  
 Total Nodes:                      1700  
 Filled Nodes:                      1700  
 Blanked Nodes:                      0

**Grid Geometry**

X Minimum:                      1038016.562  
 X Maximum:                      1039398  
 X Spacing:                      86.3398749999996  
 Y Minimum:                      1238503.875  
 Y Maximum:                      1246862.625  
 Y Spacing:                      84.431818181818

**Grid Statistics**

Z Minimum:                      0.37539926565321  
 Z 25%-tile:                      1.0185326428157  
 Z Median:                      1.1021655707481  
 Z 75%-tile:                      1.1810911508864  
 Z Maximum:                      1.9734710637585  
 Z Midrange:                      1.1744351647058  
 Z Range:                      1.5980717981052  
 Z Interquartile Range:                      0.16255850807066  
 Z Median Abs. Deviation:                      0.081319762672088  
 Z Mean:                      1.1129724214256  
 Z Trim Mean (10%):                      1.10559974972  
 Z Standard Deviation:                      0.18661607510325  
 Z Variance:                      0.034825559486943  
 Z Coef. of Variation:                      0.16767358427823  
 Z Coef. of Skewness:                      0.74794625557111  
 Z Root Mean Square:                      1.1285092690541  
 Z Mean Square:                      1.273533170341



## ZONA PRODUCTORA C1



### Gridding Report

Fri Dec 11 13:49:09 2009  
Elapsed time for gridding: 0.03 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: E:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Y

#### Data Counts

Active Data: 63  
Original Data: 63  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	3.4786790224418
25%-tile:	1038442.5	1241332	3.5792461104542
Median:	1038666.8125	1242633.5	3.6050333924404
75%-tile:	1038931	1244379	3.6595882171805
Maximum:	1040220	1247360	3.7641604347157
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	3.6214197285788
Range:	3243	8856.125	0.28548141227394
Interquartile Range:	488.5	3047	0.080342106726326
Median Abs. Deviation:	239.1875	1428.25	0.036360069434261
Mean:	1038676.8492063	1242847.6607143	3.613518482017
Trim Mean (10%):	1038679.0460526	1242829.2434211	3.6126936253806
Standard Deviation:	440.76092714215	1988.7665996819	0.056943125356103
Variance:	194270.1948952	3955192.5880102	0.0032425195253208
Coef. of Variation:			0.015758360069136
Coef. of Skewness:			0.27030588609826

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	3.5117131775435	-0.14892096394553	63
25%-tile:	3.5698413801889	-0.020564126669238	63
Median:	3.609542130168	-0.00056661082980192	63
75%-tile:	3.6481661749629	0.023317854878857	63
Maximum:	3.7118277873753	0.17070439035758	63
Midrange:	3.6117704824594	0.010891713206029	63
Range:	0.20011460983179	0.31962535430311	0
Interquartile Range:	0.078324794773976	0.043881981548095	0
Median Abs. Deviation:	0.038911040903513	0.022271002110526	0
Mean:	3.6104444212502	-0.0030740607667565	63
Trim Mean (10%):	3.6100994344318	-0.0019349089121203	63
Standard Deviation:	0.048722702290393	0.049088655662762	0
Variance:	0.0023739017184783	0.0024096961147772	0
Coef. of Variation:	0.01349493209302	-1	0
Coef. of Skewness:	0.0037845329362817	-0.28149143568217	0
Root Mean Square:	3.6107731610633	0.049184814367596	63
Mean Square:	13.037682820655	0.0024191459643749	3969



Most under-estimated data:  
 X = 1038016.5625                      Y = 1246862.625                      Z = 3.7295154866983  
 E = 3.5805945227528                      ID = 74

Most over-estimated data:  
 X = 1038281.6875                      Y = 1241462.625                      Z = 3.4786790224418  
 E = 3.6493834127994                      ID = 34

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
 Kriging Type:                          Point

Polynomial Drift Order:                0  
 Kriging std. deviation grid:        no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                      Nugget Effect  
 Error Variance:                      0.0001  
 Micro Variance:                      0

Component Type:                      Gaussian  
 Anisotropy Angle:                    110  
 Anisotropy Length:                  550  
 Anisotropy Ratio:                    1.5  
 Variogram Scale:                    0.0014

**Search Parameters**

No Search (use all data):            true

**Output Grid**

Grid File Name:                      C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\I-Referencias TEsIs  
 yPapers\Proyecto\PROYECTO\C1\TOPE\No data Filter\LOG\_topo\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_LOG\_TOPE\_C1.grd  
 Grid Size:                              100 rows x 37 columns  
 Total Nodes:                          3700  
 Filled Nodes:                        3700  
 Blanked Nodes:                      0

**Grid Geometry**

X Minimum:                            1036977  
 X Maximum:                          1040220  
 X Spacing:                            90.0833333333333

Y Minimum:                            1238503.875  
 Y Maximum:                          1247360  
 Y Spacing:                            89.4558080808080

**Grid Statistics**

Z Minimum:                            3.4990147807713  
 Z 25%-tile:                            3.6188554855652  
 Z Median:                              3.6273414091206  
 Z 75%-tile:                            3.6359430150435  
 Z Maximum:                          3.7541289571873

Z Midrange:                            3.6265718689793  
 Z Range:                                0.255114176416  
 Z Interquartile Range:              0.017087529478309  
 Z Median Abs. Deviation:          0.0085895048888629

Z Mean:                                3.6264166628819  
 Z Trim Mean (10%):                3.6268134605301  
 Z Standard Deviation:              0.033234716115911  
 Z Variance:                            0.0011045463553052

Z Coef. of Variation:                0.0091646159847222  
 Z Coef. of Skewness:                -0.22184852950462

Z Root Mean Square:                3.6265689513896  
 Z Mean Square:                      13.152002359183



**Gridding Report**

Fri Dec 11 14:20:55 2009  
Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

**Data Source**

Source Data File Name: F:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: AA

**Data Counts**

Active Data: 63  
Original Data: 63  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

**Univariate Statistics**

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	2.0284492427235
25%-tile:	1038442.5	1241332	2.3689559453455
Median:	1038666.8125	1242633.5	2.4984208367973
75%-tile:	1038931	1244379	2.5463575553634
Maximum:	1040220	1247360	2.8652520716526
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	2.446850657188
Range:	3243	8856.125	0.83680282892908
Interquartile Range:	488.5	3047	0.17740161001791
Median Abs. Deviation:	239.1875	1428.25	0.089435068585585
Mean:	1038676.8492063	1242847.6607143	2.4630664146292
Trim Mean (10%):	1038679.0460526	1242829.2434211	2.4668940888821
Standard Deviation:	440.76092714215	1988.7665996819	0.15520435543389
Variance:	194270.1948952	3955192.5880102	0.024088391945649
Coef. of Variation:			0.063012655489948
Coef. of Skewness:			-0.40188474914826

**Univariate Cross-Validation Statistics**

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	2.0707525146638	-0.61255574251036	63
25%-tile:	2.3521951956565	-0.088484056384527	63
Median:	2.442636363711	-0.015284182502677	63
75%-tile:	2.5173858160292	0.083328162262403	63
Maximum:	2.9910947443451	0.66353148415786	63
Midrange:	2.5309236295044	0.025487870823748	63
Range:	0.92034222968137	1.2760872266682	0
Interquartile Range:	0.16519062037269	0.17181221864693	0
Median Abs. Deviation:	0.078775121955578	0.087966745125129	0
Mean:	2.4651978955797	0.0021314809504693	63
Trim Mean (10%):	2.4540704867781	-0.0004983347919105	63
Standard Deviation:	0.1619391679717	0.21146776211657	0
Variance:	0.026224294123368	0.04471861441459	0
Coef. of Variation:	0.065680129081352	99.211659419245	0
Coef. of Skewness:	1.1712084696061	0.26838763896807	0
Root Mean Square:	2.4705110723277	0.21147850393274	63
Mean Square:	6.1034249584937	0.044723157625632	3969





### Gridding Report

Sun Apr 11 18:32:04 2010

Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: D:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: P

#### Data Counts

Active Data: 57  
Original Data: 57  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1239532.125	0.65839302627913
25%-tile:	1038442.5	1241332	1.5781920805403
Median:	1038678.6875	1242619.875	1.7621081308808
75%-tile:	1038931	1244379	2.0124955577891
Maximum:	1040220	1247360	2.4148898217696
Midrange:	1038598.5	1243446.0625	1.5366414240244
Range:	3243	7827.875	1.7564967954905
Interquartile Range:	488.5	3047	0.4343034772488
Median Abs. Deviation:	252.3125	1489.5	0.22140334757007
Mean:	1038682.8881579	1242877.0241228	1.7288829561315
Trim Mean (10%):	1038685.1627358	1242841.7617925	1.7401639527826
Standard Deviation:	449.71946813403	1980.8555010751	0.34791599968056
Variance:	202247.60001876	3923788.5161396	0.12104554283372
Coef. of Variation:			0.20123745129574
Coef. of Skewness:			-0.7581913642475

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.72885878544674	-0.75011151722585	57
25%-tile:	1.6289011816577	-0.21362266076489	57
Median:	1.7287723623145	-0.02659484008169	57
75%-tile:	1.9379075467665	0.21719596038705	57
Maximum:	2.4739410795255	1.1225555322789	57
Midrange:	1.6013999324861	0.18622200752653	57
Range:	1.7450822940787	1.8726670495048	0
Interquartile Range:	0.30900636510878	0.43081862115194	0
Median Abs. Deviation:	0.19260043264373	0.21174564713837	0
Mean:	1.7295573376638	0.00067438153228103	57
Trim Mean (10%):	1.7385655118367	-0.0084384223037427	57
Standard Deviation:	0.28092827962392	0.36742518267818	0
Variance:	0.078920698292457	0.13500126486609	0
Coef. of Variation:	0.16242784989331	544.83280619414	0
Coef. of Skewness:	-0.68153684642391	0.45782674680989	0
Root Mean Square:	1.7522240959875	0.36742580156617	57

Mean Square: 3.0702892825592 0.13500171965654 3249

**Most under-estimated data:**

X = 1038276.0625 Y = 1242633.5 Z = 1.4789703026726  
E = 0.72885878544674 ID = 43

**Most over-estimated data:**

X = 1038425.8125 Y = 1239622.25 Z = 0.65839302627913  
E = 1.780948558558 ID = 10

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**

Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 0.008  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 125  
Anisotropy Length: 450  
Anisotropy Ratio: 1.6  
Variogram Scale: 0.11

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: D:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_LOG\_NETO\_aRENAS\_C1.grd  
Grid Size: 100 rows x 42 columns  
Total Nodes: 4200  
Filled Nodes: 4200  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1036977  
X Maximum: 1040220  
X Spacing: 79.09756097561  
Y Minimum: 1239632.125  
Y Maximum: 1247360  
Y Spacing: 79.0694444444444

**Grid Statistics**

Z Minimum: 0.74065260571627  
Z 25%-tile: 1.7188259653223  
Z Median: 1.7382709874204  
Z 75%-tile: 1.7803730612209  
Z Maximum: 2.3695635775735  
Z Midrange: 1.5551080916449  
Z Range: 1.6289109718573  
Z Interquartile Range: 0.061547095898544  
Z Median Abs. Deviation: 0.031500455548298  
Z Mean: 1.7406501933721  
Z Trim Mean (10%): 1.7453555086246  
Z Standard Deviation: 0.17095698186674  
Z Variance: 0.029226289648986  
Z Coef. of Variation: 0.098214438787124  
Z Coef. of Skewness: -0.81164177410627  
Z Root Mean Square: 1.749025267209  
Z Mean Square: 3.0590893853354



### Gridding Report

Wed Jan 06 11:36:31 2010  
Elapsed time for gridding: 0.03 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\HIVERencias TEsis yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: P

#### Data Counts

Active Data: 42  
Original Data: 42  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1238503.875	0.1075
25%-tile:	1038408.8125	1241309.5	0.1116
Median:	1038625.875	1242633.5	0.132
75%-tile:	1038855.5	1244379	0.209
Maximum:	1039308.3125	1246862.625	0.2595
Midrange:	1038662.4375	1242683.25	0.1835
Range:	1291.75	8358.75	0.152
Interquartile Range:	446.6875	3069.5	0.0974
Median Abs. Deviation:	229.625	1509	0.0245
Mean:	1038627.5059524	1242793.702381	0.15780714285714
Trim Mean (10%):	1038622.0723684	1242794.2631579	0.15593947368421
Standard Deviation:	322.59499045452	2024.3590143212	0.048699928585345
Variance:	104067.52786635	4098029.4188634	0.0023716830442177
Coef. of Variation:			0.30860408282932
Coef. of Skewness:			0.44925333373147

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	-0.014126883464301	-0.15505061566541	42
25%-tile:	0.12934252791183	-0.0364774556548	42
Median:	0.15583319678921	0.0052253249393417	42
75%-tile:	0.20106373742815	0.028148104404882	42
Maximum:	0.29755849494824	0.19005849494824	42
Midrange:	0.14171580574197	0.017503939641413	42
Range:	0.31168537841254	0.34510911061365	0
Interquartile Range:	0.071721209516325	0.064625560059683	0
Median Abs. Deviation:	0.038268394910175	0.031018432311972	0
Mean:	0.15750370532297	-0.00030343753417124	42
Trim Mean (10%):	0.15929660023266	-0.0012622053437327	42
Standard Deviation:	0.06722955723126	0.070125623687149	0
Variance:	0.0045198133655113	0.0049176030975117	0
Coef. of Variation:	0.42684428974799	-1	0
Coef. of Skewness:	-0.35632519925607	0.13436655657437	0
Root Mean Square:	0.17125195051729	0.07012628017975	42

Mean Square: 0.029327230555977 0.0049176951718488 1764

**Most under-estimated data:**

X = 1038630.5 Y = 1241937.875 Z = 0.209  
E = 0.05394938433459 ID = 28

**Most over-estimated data:**

X = 1038642 Y = 1241613 Z = 0.1075  
E = 0.29755849494824 ID = 27

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**

Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 0.0006  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 125  
Anisotropy Length: 480  
Anisotropy Ratio: 1.4  
Variogram Scale: 0.0025

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\H\Referencias Tesis yPapers\Proyecto\PROYECTO\IC1\Atributos\_petrofisicos\PHier\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.grd  
Grid Size: 100 rows x 16 columns  
Total Nodes: 1600  
Filled Nodes: 1600  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1038016.562  
X Maximum: 1039308.313  
X Spacing: 86.116733333329

Y Minimum: 1238503.875  
Y Maximum: 1246862.625  
Y Spacing: 84.431818181818

**Grid Statistics**

Z Minimum: 0.094653858347487  
Z 25% -tile: 0.13483070937282  
Z Median: 0.15076606675767  
Z 75% -tile: 0.16953484868757  
Z Maximum: 0.23016980678292

Z Midrange: 0.1624118325652  
Z Range: 0.13551594843543  
Z Interquartile Range: 0.034704139314755  
Z Median Abs. Deviation: 0.016729866705826

Z Mean: 0.15471103992373  
Z Trim Mean (10%): 0.15357079705804  
Z Standard Deviation: 0.027891106124481  
Z Variance: 0.00077791380084706

Z Coef. of Variation: 0.1802787062787  
Z Coef. of Skewness: 0.70756921350882

Z Root Mean Square: 0.15720502433169  
Z Mean Square: 0.024713419675128



### Gridding Report

Wed Jan 06 11:21:11 2010

Elapsed time for gridding: 0.02 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: F:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: O

#### Data Counts

Active Data: 42  
Original Data: 42  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1238503.875	0.224
25%-tile:	1038408.8125	1241309.5	0.281
Median:	1038625.875	1242633.5	0.2926
75%-tile:	1038855.5	1244379	0.3319
Maximum:	1039308.3125	1246862.625	0.3928
Midrange:	1038662.4375	1242683.25	0.3084
Range:	1291.75	8358.75	0.1688
Interquartile Range:	446.6875	3069.5	0.0509
Median Abs. Deviation:	229.625	1509	0.035
Mean:	1038627.5059524	1242793.702381	0.30285476190476
Trim Mean (10%):	1038622.0723684	1242794.2631579	0.30212368421053
Standard Deviation:	322.59499045452	2024.3590143212	0.045561043313344
Variance:	104067.52786635	4096029.4188634	0.0020758086678005
Coef. of Variation:			0.15043858986002
Coef. of Skewness:			0.23722206388118

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.18386960145281	-0.096840622339266	42
25%-tile:	0.27533457395434	-0.026780114196311	42
Median:	0.31212450600081	0.00098439751340568	42
75%-tile:	0.33007046949697	0.027400815842869	42
Maximum:	0.37433070347843	0.093330703478433	42
Midrange:	0.27910015246562	-0.0017549594304163	42
Range:	0.19046110202562	0.1901713258177	0
Interquartile Range:	0.054735895542632	0.054180930039181	0
Median Abs. Deviation:	0.021673931736159	0.027764511709717	0
Mean:	0.3031139423021	0.00025918039733768	42
Trim Mean (10%):	0.30457321087953	0.00030249582500773	42
Standard Deviation:	0.038520573944564	0.04254076369692	0
Variance:	0.0014838346170167	0.0018097165759172	0
Coef. of Variation:	0.12708281793971	164.13572991593	0
Coef. of Skewness:	-0.724243926008	0.061540596969175	0
Root Mean Square:	0.30555179042994	0.042541553220299	42



Mean Square: 0.093361896634939 0.0018097837503956 1764

**Most under-estimated data:**

X = 1038153.3125 Y = 1243273.125 Z = 0.3478  
E = 0.25095937766073 ID = 61

**Most over-estimated data:**

X = 1038225.875 Y = 1242984.5 Z = 0.281  
E = 0.37433070347843 ID = 58

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**

Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 0.00058  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 115  
Anisotropy Length: 480  
Anisotropy Ratio: 1.5  
Variogram Scale: 0.0018

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\H\Referencias Tesis  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\1\Atributos\_petrofisicos\%Sw\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_grd  
Grid Size: 100 rows x 16 columns  
Total Nodes: 1600  
Filled Nodes: 1600  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1038016.562  
X Maximum: 1039308.313  
X Spacing: 86.116733333329

Y Minimum: 1238503.875  
Y Maximum: 1246862.625  
Y Spacing: 84.431818181818

**Grid Statistics**

Z Minimum: 0.22806544762716  
Z 25% -tile: 0.29334986426311  
Z Median: 0.30697863064613  
Z 75% -tile: 0.31587174793126  
Z Maximum: 0.37675303279482

Z Midrange: 0.30240974021099  
Z Range: 0.14868658516766  
Z Interquartile Range: 0.022521883666155  
Z Median Abs. Deviation: 0.011426661471855

Z Mean: 0.30576215522135  
Z Trim Mean (10%): 0.30586512724604  
Z Standard Deviation: 0.022634954675253  
Z Variance: 0.00051234117315075

Z Coef. of Variation: 0.074027979881508  
Z Coef. of Skewness: -0.056861764605447

Z Root Mean Square: 0.30659882051103  
Z Mean Square: 0.094002836738757



**Gridding Report**

Fri Dec 11 14:42:48 2009  
Elapsed time for gridding: 0.01 seconds

**Data Source**

Source Data File Name: F:\Archivos de programal\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Z

**Data Counts**

Active Data: 42  
Original Data: 42  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

**Univariate Statistics**

	X	Y	Z
Minimum:	1038016.5625	1238503.875	0
25%-tile:	1038408.8125	1241309.5	0.39794000867204
Median:	1038625.875	1242633.5	0.90308998699194
75%-tile:	1038855.5	1244379	1.7363965022766
Maximum:	1039308.3125	1246862.625	2.0394141191761
Midrange:	1038662.4375	1242683.25	1.0197070595881
Range:	1291.75	8358.75	2.0394141191761
Interquartile Range:	446.6875	3069.5	1.3384564936046
Median Abs. Deviation:	229.625	1509	0.8333065152847
Mean:	1038627.5059524	1242793.702381	0.95787038244539
Trim Mean (10%):	1038622.0723684	1242794.2631579	0.95546001337834
Standard Deviation:	322.59499045452	2024.3590143212	0.70273756128616
Variance:	104067.52786635	4098029.4188634	0.49384008004242
Coef. of Variation:			0.73364577730456
Coef. of Skewness:			-0.068474595310254

**Univariate Cross-Validation Statistics**

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	-1.220678046526	-1.9828664389142	42
25%-tile:	0.65249540474391	-0.25074953576516	42
Median:	0.94599056399836	-0.017227133179734	42
75%-tile:	1.60147814144415	0.31031521062285	42
Maximum:	3.1127581921303	2.038357262437	42
Midrange:	0.94604007280219	0.027745411761378	42
Range:	4.3334362386563	4.0212237013512	0
Interquartile Range:	0.94898273669757	0.56106474638802	0
Median Abs. Deviation:	0.43672835581606	0.23864486970501	0
Mean:	0.97199035411405	0.014119971668655	42
Trim Mean (10%):	0.97413196590621	0.01495195069991	42
Standard Deviation:	0.82617581633498	0.87054477869541	0
Variance:	0.68256647949677	0.75784821171383	0
Coef. of Variation:	0.84998355471132	61.653436644491	0
Coef. of Skewness:	-0.14756641034872	0.10181702552536	0
Root Mean Square:	1.2756691295111	0.87065928198909	42
Mean Square:	1.6273317279875	0.75804758531376	1764

**Most under-estimated data:**

X = 1038630.5                      Y = 1241937.875                      Z = 1.3222192947339  
E = -0.66064714418032                      ID = 28

**Most over-estimated data:**

X = 1038544.6875                      Y = 1242146.75                      Z = 0  
E = 2.038357262437                      ID = 32

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point

Polynomial Drift Order:                      0  
Kriging std. deviation grid:                      no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                              Nugget Effect  
Error Variance:                              0.23  
Micro Variance:                              0

Component Type:                              Gaussian  
Anisotropy Angle:                              130  
Anisotropy Length:                              480  
Anisotropy Ratio:                              1.8  
Variogram Scale:                              0.3

**Search Parameters**

No Search (use all data):                      true

**Output Grid**

Grid File Name:                              C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO-II\Referencias Tesis  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\C1\Atributos\_petrofisicos\Netpay\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_LOG\_Netpay\_C1.grd  
Grid Size:                                      100 rows x 16 columns  
Total Nodes:                                      1600  
Filled Nodes:                                      1600  
Blanked Nodes:                                      0

**Grid Geometry**

X Minimum:                                      1038016.562  
X Maximum:                                      1039308.313  
X Spacing:                                        86.116733333329

Y Minimum:                                      1238503.875  
Y Maximum:                                      1246862.625  
Y Spacing:                                        84.431818181818

**Grid Statistics**

Z Minimum:                                      0.12088447144826  
Z 25%-tile:                                      0.79569461376187  
Z Median:                                        0.9519179928334  
Z 75%-tile:                                      1.0989568682149  
Z Maximum:                                      1.6891398831736

Z Midrange:                                      0.90501217731092  
Z Range:                                         1.5682554117253  
Z Interquartile Range:                              0.30326225445304  
Z Median Abs. Deviation:                              0.15419839503156

Z Mean:                                         0.958590976889  
Z Trim Mean (10%):                              0.95902990894628  
Z Standard Deviation:                              0.31229946007105  
Z Variance:                                      0.097530952760667

Z Coef. of Variation:                              0.32579011027683  
Z Coef. of Skewness:                              0.14604774872126

Z Root Mean Square:                              1.0081803478216  
Z Mean Square:                                      1.0164276137337



## ZONA PRODUCTORA C2

**Gridding Report**

Tue Jan 12 09:54:48 2010  
Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

**Data Source**

Source Data File Name: F:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Y

**Data Counts**

Active Data: 60  
Original Data: 60  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

**Univariate Statistics**

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	3.5044531913109
25%-tile:	1038457	1241462.625	3.6181412245792
Median:	1038678.6875	1242633.5	3.646518411879
75%-tile:	1038931	1244420.5	3.6940354170075
Maximum:	1040220	1247360	3.7806851902507
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	3.6425691907808
Range:	3243	8856.125	0.27623199893979
Interquartile Range:	474	2957.875	0.075894192426274
Median Abs. Deviation:	230.3125	1475.875	0.03441871290745
Mean:	1038683.7052083	1242857.4041667	3.653647563283
Trim Mean (10%):	1038686.7858796	1242839.0462963	3.652937853371
Standard Deviation:	437.47963778384	2021.8248715278	0.052754246708262
Variance:	191388.43347548	4087775.8111285	0.0027830105457561
Coef. of Variation:			0.014438789126354
Coef. of Skewness:			0.20795271493148

**Univariate Cross-Validation Statistics**

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	3.5496487167988	-0.13442785429995	60
25%-tile:	3.6156170616151	-0.024140313646086	60
Median:	3.6564309094597	0.0016528302415906	60
75%-tile:	3.6811640319837	0.024442492613485	60
Maximum:	3.7359598336782	0.17671084067279	60
Midrange:	3.6428042753385	0.02114149318642	60
Range:	0.18631111707943	0.31113869497275	0
Interquartile Range:	0.065546970368629	0.04858280625957	0
Median Abs. Deviation:	0.033281530402347	0.024458838361266	0
Mean:	3.6514932412827	-0.0021543220003501	60
Trim Mean (10%):	3.6520639354838	-0.0016425147546361	60
Standard Deviation:	0.043688849632886	0.049621421985819	0
Variance:	0.001908715582245	0.0024622855198947	0
Coef. of Variation:	0.011964653018922	-1	0
Coef. of Skewness:	-0.060654418679194	0.077021266462376	0
Root Mean Square:	3.651754592893	0.049668165087669	60

Mean Square: 13.335311606715 0.0024669266231759 3600

**Most under-estimated data:**

X = 1038016.5625 Y = 1246862.625 Z = 3.7658056003459  
E = 3.6313777460459 ID = 74

**Most over-estimated data:**

X = 1038281.6875 Y = 1241462.625 Z = 3.5044531913109  
E = 3.6811640319837 ID = 34

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**

Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 4.003E-005  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 280  
Anisotropy Length: 540  
Anisotropy Ratio: 1.5  
Variogram Scale: 0.001

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\II-Referencias Tesis  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\C2\TOPE\No data Filter\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_TOPE\_C2.grd  
Grid Size: 100 rows x 37 columns  
Total Nodes: 3700  
Filled Nodes: 3700  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1036977  
X Maximum: 1040220  
X Spacing: 90.0833333333333

Y Minimum: 1238503.875  
Y Maximum: 1247360  
Y Spacing: 89.45580808080808

**Grid Statistics**

Z Minimum: 3.5139395829401  
Z 25%-tile: 3.6567737426406  
Z Median: 3.6640893499522  
Z 75%-tile: 3.6717235752861  
Z Maximum: 3.7754720469419

Z Midrange: 3.644705814941  
Z Range: 0.26153246400176  
Z Interquartile Range: 0.014949832645551  
Z Median Abs. Deviation: 0.0075541242740531

Z Mean: 3.6632373257199  
Z Trim Mean (10%): 3.6634230669314  
Z Standard Deviation: 0.031556217749073  
Z Variance: 0.00099579487862693

Z Coef. of Variation: 0.0086142979401074  
Z Coef. of Skewness: -0.26237497484809

Z Root Mean Square: 3.6633732405293  
Z Mean Square: 13.420303499426

### Gridding Report

Tue Jan 12 10:19:44 2010  
Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: F:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: AA

#### Data Counts

Active Data: 60  
Original Data: 60  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	1.7200765727681
25%-tile:	1038457	1241462.625	2.473311757119
Median:	1038678.6875	1242633.5	2.5654109442343
75%-tile:	1038931	1244420.5	2.6439064744551
Maximum:	1040220	1247360	2.8084336040518
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	2.26425518841
Range:	3243	8856.125	1.0883572312837
Interquartile Range:	474	2957.875	0.17059471733611
Median Abs. Deviation:	230.3125	1475.875	0.079991673336138
Mean:	1038683.7052083	1242857.4041667	2.542225444866
Trim Mean (10%):	1038686.7858796	1242839.0462963	2.5558748762865
Standard Deviation:	437.47963778384	2021.8248715278	0.163437066754
Variance:	191388.43347548	4087775.8111285	0.026711674789153
Coef. of Variation:			0.064288974482598
Coef. of Skewness:			-2.2240354880919

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	2.2802328603277	-0.33055962311855	60
25%-tile:	2.5230852861935	-0.084821493915745	60
Median:	2.542793258977	-0.021064341814125	60
75%-tile:	2.5831617112703	0.059654938316434	60
Maximum:	2.6587483959515	0.87761252551014	60
Midrange:	2.4694906281396	0.2735264511958	60
Range:	0.37851553562377	1.2081721486287	0
Interquartile Range:	0.06007642507685	0.14447643223218	0
Median Abs. Deviation:	0.030654962416984	0.07983589372743	0
Mean:	2.5415782274677	-0.0006472173983041660	
Trim Mean (10%):	2.5478158357953	-0.011438247801726	60
Standard Deviation:	0.062200209381444	0.1754377495654	0
Variance:	0.0038688660470954	0.030778403972572	0
Coef. of Variation:	0.02447306508579	-1	0
Coef. of Skewness:	-1.8537734738791	2.0245432492079	0
Root Mean Square:	2.5423392282423	0.17543894340463	60

Mean Square: 6.4634887523851 0.030778822862933 3600

**Most under-estimated data:**

X = 1038678.6875 Y = 1244695.375 Z = 2.6542150585275  
E = 2.323655435409 ID = 69

**Most over-estimated data:**

X = 1038457 Y = 1244709 Z = 1.7200765727661  
E = 2.5976890982783 ID = 68

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**

Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 0.00481  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 115  
Anisotropy Length: 280  
Anisotropy Ratio: 1.4  
Variogram Scale: 0.0212

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\II-Referencias Tesis  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\I\ESPESESOR\No data Filter\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_LOG\_Esperores\_C2.grd  
Grid Size: 100 rows x 37 columns  
Total Nodes: 3700  
Filled Nodes: 3700  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1036977  
X Maximum: 1040220  
X Spacing: 90.083333333333

Y Minimum: 1238503.875  
Y Maximum: 1247360  
Y Spacing: 89.455808080808

**Grid Statistics**

Z Minimum: 1.909624691579  
Z 25%-tile: 2.5395021304279  
Z Median: 2.5398680105991  
Z 75%-tile: 2.5404062903732  
Z Maximum: 2.7527748932142

Z Midrange: 2.3311997923966  
Z Range: 0.84315020163514  
Z Interquartile Range: 0.00090415994520221  
Z Median Abs. Deviation: 0.00048977196686284

Z Mean: 2.5397032219599  
Z Trim Mean (10%): 2.5412336751665  
Z Standard Deviation: 0.050116640211215  
Z Variance: 0.0025116776260603

Z Coef. of Variation: 0.019733266382416  
Z Coef. of Skewness: -2.9846388069697

Z Root Mean Square: 2.5401976563369  
Z Mean Square: 6.4526041332597



### Gridding Report

Sun Apr 11 19:04:36 2010

Elapsed time for gridding: 0.05 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: D:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
 X Column: D  
 Y Column: C  
 Z Column: Q

#### Data Counts

Active Data: 56  
 Original Data: 56  
 Excluded Data: 0  
 Deleted Duplicates: 0  
 Retained Duplicates: 0  
 Artificial Data: 0  
 Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1036977	1238503.875	0.82659305393402
25%-tile:	1038492.6875	1241332	1.9786643190229
Median:	1038680.0625	1242619.875	2.1072540754415
75%-tile:	1038962	1244420.5	2.200382586441
Maximum:	1040220	1247360	2.4130313911502
Midrange:	1038598.5	1242931.9375	1.6198122225421
Range:	3243	8856.125	1.5864383372161
Interquartile Range:	469.3125	3088.5	0.22171826741805
Median Abs. Deviation:	250.9375	1495.375	0.10999004475167
Mean:	1038693.2488839	1242824.0379464	2.0656909574079
Trim Mean (10%):	1038696.3641827	1242805.5288462	2.0845038343478
Standard Deviation:	449.17574786275	2066.825420579	0.23543292538099
Variance:	201758.85246806	4271767.3191516	0.055428662353452
Coef. of Variation:			0.11397296606092
Coef. of Skewness:			-2.5909235613228

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	1.7896504168785	-0.28886839087742	56
25%-tile:	1.975857669902	-0.15662694777743	56
Median:	2.0975874051155	0.033770607910396	56
75%-tile:	2.2119857389925	0.11307140950192	56
Maximum:	2.4541734623477	1.2102131884055	56
Midrange:	2.1219119396131	0.46067239876404	56
Range:	0.66452304546922	1.4990815792829	0
Interquartile Range:	0.23612806909053	0.26969835727935	0
Median Abs. Deviation:	0.11692495222759	0.12875603540863	0
Mean:	2.0892782885326	0.023587331124705	56
Trim Mean (10%):	2.0882614177486	0.0050080447629409	56
Standard Deviation:	0.1457503329612	0.22907444884861	0
Variance:	0.021243159558302	0.052475103115294	0
Coef. of Variation:	0.069761091072062	9.7117578770361	0
Coef. of Skewness:	0.14331806842028	2.4581918730323	0
Root Mean Square:	2.0943559693834	0.23028561679984	56

Mean Square: 4.3863269264919 0.053031465304881 3136

**Most under-estimated data:**

X = 1039062.5625  
E = 1.8101385369727

Y = 1239826.625  
ID = 18

Z = 2.0990069278501

**Most over-estimated data:**

X = 1038425.8125  
E = 2.0368062423395

Y = 1239622.25  
ID = 10

Z = 0.82659305393402

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**

Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 0.005  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 120  
Anisotropy Length: 550  
Anisotropy Ratio: 1.5  
Variogram Scale: 0.035

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: D:\Documents and Settings\Administrador\Mis  
documentos\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_LOG\_espesores\_NETO\_C2.grd  
Grid Size: 100 rows x 37 columns  
Total Nodes: 3700  
Filled Nodes: 3700  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1036977  
X Maximum: 1040220  
X Spacing: 90.0833333333333

Y Minimum: 1238503.875  
Y Maximum: 1247360  
Y Spacing: 89.4558080808080

**Grid Statistics**

Z Minimum: 0.97952049277015  
Z 25%-tile: 1.9718054142896  
Z Median: 1.9953533504157  
Z 75%-tile: 2.0345157913567  
Z Maximum: 2.3523443646113

Z Midrange: 1.6659324286908  
Z Range: 1.3728238718412  
Z Interquartile Range: 0.062710377067038  
Z Median Abs. Deviation: 0.031083053514709

Z Mean: 1.9928014536844  
Z Trim Mean (10%): 2.0004395404042  
Z Standard Deviation: 0.13495384071748  
Z Variance: 0.018212539124398

Z Coef. of Variation: 0.067720665532416  
Z Coef. of Skewness: -2.4756323745584

Z Root Mean Square: 1.9973658084916  
Z Mean Square: 3.9894701729312

### Gridding Report

Thu Jan 14 10:33:59 2010

Elapsed time for gridding: 0.01 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\II\Referencias Tesis  
yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: U

#### Data Counts

Active Data: 36  
Original Data: 36  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038122	1238503.875	0.1075
25%-tile:	1038333.5625	1241309.5	0.18
Median:	1038625.875	1242405.125	0.22
75%-tile:	1038810.8125	1244061.75	0.2277
Maximum:	1039269.625	1246234.875	0.2643
Midrange:	1038695.8125	1242369.375	0.1859
Range:	1147.625	7731	0.1568
Interquartile Range:	477.25	2752.25	0.0477
Median Abs. Deviation:	229.625	1450.875	0.0282
Mean:	1038594.3506944	1242588.4548611	0.19605
Trim Mean (10%):	1038588.3823529	1242601.3419118	0.19664705882353
Standard Deviation:	286.63778480573	1842.9451591156	0.046445317309714
Variance:	82161.219678337	3396446.8595076	0.0021571675
Coef. of Variation:			0.23690546957263
Coef. of Skewness:			-0.82151834295878

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	-0.029642866270919	-0.13734286627092	36
25%-tile:	0.18005082632625	-0.036279487923859	36
Median:	0.20574746928616	-0.0036028973016282	36
75%-tile:	0.23199621945545	0.06630317263329	36
Maximum:	0.43509099066566	0.25189099066566	36
Midrange:	0.20262406219737	0.057274062197371	36
Range:	0.46493385693658	0.38923385693658	0
Interquartile Range:	0.051945393129203	0.10258266055715	0
Median Abs. Deviation:	0.026248750169295	0.059299116757078	0
Mean:	0.20126098890187	0.0052109889018691	36
Trim Mean (10%):	0.20118080811978	0.0021484551786043	36
Standard Deviation:	0.084730702908529	0.079713458982328	0
Variance:	0.0071792920153734	0.0063542355429273	0
Coef. of Variation:	0.42099913833695	15.297184561981	0
Coef. of Skewness:	0.057555002181343	0.66673307675565	0
Root Mean Square:	0.21836958961616	0.079883602499278	36
Mean Square:	0.047685277669132	0.0063813899482627	1296



**Most under-estimated data:**

X = 1039062.5625                      Y = 1239826.625                      Z = 0.1075  
E = -0.029842866270919              ID = 18

**Most over-estimated data:**

X = 1039109                                Y = 1242167.25                      Z = 0.1832  
E = 0.43509099066566                ID = 35

**Gridding Rules**

Gridding Method:                      Kriging  
Kriging Type:                              Point

Polynomial Drift Order:                0  
Kriging std. deviation grid:          no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:                        Nugget Effect  
Error Variance:                          0.000628  
Micro Variance:                         0

Component Type:                        Gaussian  
Anisotropy Angle:                       95  
Anisotropy Length:                      840  
Anisotropy Ratio:                        1.5  
Variogram Scale:                        0.00139

**Search Parameters**

No Search (use all data):              true

**Output Grid**

Grid File Name:                         C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\II\Referencias TEsis  
yPapers\Proyecto\PROYECTO\IC2\Atributos\_petrofisicos\PHier\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_Phier\_C2.grd  
Grid Size:                                 100 rows x 16 columns  
Total Nodes:                              1600  
Filled Nodes:                             1600  
Blanked Nodes:                         0

**Grid Geometry**

X Minimum:                               1038122  
X Maximum:                               1039269.625  
X Spacing:                                76.508333333333

Y Minimum:                               1238503.875  
Y Maximum:                               1246234.875  
Y Spacing:                                78.090909090909

**Grid Statistics**

Z Minimum:                               0.11200128471795  
Z 25%-tile:                               0.18019235756122  
Z Median:                                 0.20208437887283  
Z 75%-tile:                               0.21808288594708  
Z Maximum:                               0.24324942566046  
  
Z Midrange:                               0.1776253551892  
Z Range:                                  0.13124814094251  
Z Interquartile Range:                0.037890528385856  
Z Median Abs. Deviation:            0.018644416451099  
  
Z Mean:                                    0.19461484323115  
Z Trim Mean (10%):                   0.1961437099924  
Z Standard Deviation:                0.031214852663041  
Z Variance:                               0.00097436702677534  
  
Z Coef. of Variation:                   0.1603929697488  
Z Coef. of Skewness:                 -0.79438685291145  
  
Z Root Mean Square:                   0.19710226846148  
Z Mean Square:                         0.038849304232661

### Gridding Report

Thu Jan 14 09:46:20 2010  
Elapsed time for gridding: 0.02 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\II-Referencias TEsIs yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: T

#### Data Counts

Active Data: 36  
Original Data: 36  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038122	1238503.875	0.1747
25%-tile:	1038333.5625	1241309.5	0.2649
Median:	1038625.875	1242405.125	0.2842
75%-tile:	1038810.8125	1244061.75	0.3319
Maximum:	1039269.625	1246234.875	0.44
Midrange:	1038696.8125	1242369.375	0.30735
Range:	1147.625	7731	0.2653
Interquartile Range:	477.25	2752.25	0.067
Median Abs. Deviation:	229.625	1450.875	0.0284
Mean:	1038594.3506944	1242588.4548611	0.29846388888889
Trim Mean (10%):	1038588.3823529	1242601.3419118	0.29794117647059
Standard Deviation:	286.63778480573	1842.9451591156	0.053656350730975
Variance:	82161.219678337	3396446.8595076	0.0028790039737654
Coef. of Variation:			0.17977501710751
Coef. of Skewness:			0.44076269540926

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	0.06106785485736	-0.29313214514264	36
25%-tile:	0.23469142553317	-0.043971598011435	36
Median:	0.28261744868278	-1.149094300007E-00536	
75%-tile:	0.35376419357057	0.031813353100278	36
Maximum:	0.59491226115105	0.21971226115105	36
Midrange:	0.32799005800421	-0.036709941995794	36
Range:	0.53384440629369	0.51284440629369	0
Interquartile Range:	0.1190727680374	0.075784951111713	0
Median Abs. Deviation:	0.055814904574346	0.03228572909438	0
Mean:	0.29184422929243	-0.0066196595964585	36
Trim Mean (10%):	0.28971800407409	-0.0048496429847329	36
Standard Deviation:	0.10103808459191	0.10310796144014	0
Variance:	0.010208694538001	0.010631251712341	0
Coef. of Variation:	0.34620552490235	-1	0
Coef. of Skewness:	0.47232696992815	-0.41443266626153	0
Root Mean Square:	0.30883935744865	0.10332023812165	36



Mean Square: 0.095381748709294 0.010675071605514 1296

**Most under-estimated data:**

X = 1038680.0625 Y = 1244061.75 Z = 0.3542  
E = 0.06106785485736 ID = 55

**Most over-estimated data:**

X = 1038810.8125 Y = 1243781.75 Z = 0.3752  
E = 0.59491226115105 ID = 50

**Gridding Rules**

Gridding Method: Kriging  
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0  
Kriging std. deviation grid: no

**Semi-Variogram Model**

Component Type: Nugget Effect  
Error Variance: 0.0005  
Micro Variance: 0

Component Type: Gaussian  
Anisotropy Angle: 130  
Anisotropy Length: 680  
Anisotropy Ratio: 0.6  
Variogram Scale: 0.0023

**Search Parameters**

No Search (use all data): true

**Output Grid**

Grid File Name: C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\II\Referencias Tesis  
yPapers\Proyecto\Data\_KARL&JHON\_Campo\_Escuela\_Colorado\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_grd  
Grid Size: 100 rows x 16 columns  
Total Nodes: 1600  
Filled Nodes: 1600  
Blanked Nodes: 0

**Grid Geometry**

X Minimum: 1038122  
X Maximum: 1039269.625  
X Spacing: 76.5083333333333

Y Minimum: 1238503.875  
Y Maximum: 1246234.875  
Y Spacing: 78.0909090909090

**Grid Statistics**

Z Minimum: 0.21367477265398  
Z 25%-tile: 0.28232948359398  
Z Median: 0.30313097418497  
Z 75%-tile: 0.3499655840884  
Z Maximum: 0.41040069291466

Z Midrange: 0.31203773278432  
Z Range: 0.19672592026068  
Z Interquartile Range: 0.067636100494416  
Z Median Abs. Deviation: 0.033530377749779

Z Mean: 0.31181699407136  
Z Trim Mean (10%): 0.31174888321018  
Z Standard Deviation: 0.046695170039766  
Z Variance: 0.0021804389050426

Z Coef. of Variation: 0.14975184459985  
Z Coef. of Skewness: 0.15708037939794

Z Root Mean Square: 0.31529395283884  
Z Mean Square: 0.099410276696742

### Gridding Report

Tue Jan 12 10:59:57 2010  
Elapsed time for gridding: 0.02 seconds

#### Data Source

Source Data File Name: F:\Archivos de programa\Golden Software\Surfer8\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_.xls  
X Column: D  
Y Column: C  
Z Column: Z

#### Data Counts

Active Data: 36  
Original Data: 36  
Excluded Data: 0  
Deleted Duplicates: 0  
Retained Duplicates: 0  
Artificial Data: 0  
Superseded Data: 0

#### Univariate Statistics

	X	Y	Z
Minimum:	1038122	1238503.875	0
25%-tile:	1038333.5625	1241309.5	1.3324384599156
Median:	1038625.875	1242405.125	1.568201724067
75%-tile:	1038810.8125	1244061.75	1.829303772831
Maximum:	1039269.625	1246234.875	2.0191162904471
Midrange:	1038695.8125	1242369.375	1.0095581452235
Range:	1147.625	7731	2.0191162904471
Interquartile Range:	477.25	2752.25	0.49686531291542
Median Abs. Deviation:	229.625	1450.875	0.23576326415139
Mean:	1038594.3506944	1242588.4548611	1.373723052852
Trim Mean (10%):	1038588.3823529	1242601.3419118	1.3951445180066
Standard Deviation:	286.63778480573	1842.9451591156	0.62333115855988
Variance:	82161.219676337	3396446.8595076	0.3885417332316
Coef. of Variation:			0.45375314716148
Coef. of Skewness:			-1.2439601066641

#### Univariate Cross-Validation Statistics

	Estimated Z	Residual Z	Data Used
Minimum:	-3.9445133784492	-3.9445133784492	36
25%-tile:	0.24161747184667	-1.4797797611769	36
Median:	1.6397232103482	-0.23822374126102	36
75%-tile:	2.4193922711926	1.3869547306175	36
Maximum:	6.846284821244	5.4571187368795	36
Midrange:	1.4508857213974	0.75630267921513	36
Range:	10.790798199693	9.4016321153288	0
Interquartile Range:	2.177774799346	2.8667344917944	0
Median Abs. Deviation:	1.3930862570528	1.3194993363259	0
Mean:	1.3906704623978	0.016947409545807	36
Trim Mean (10%):	1.387128388339	-0.026544076905329	36
Standard Deviation:	2.049828200408	2.0375753213574	0
Variance:	4.2017956511877	4.1517131902047	0
Coef. of Variation:	1.4739855744643	120.22930795707	0
Coef. of Skewness:	0.013114741822421	0.60861800553566	0
Root Mean Square:	2.4770466257569	2.0376457996656	36

Mean Square: 6.1357599861735 4.152000404895 1296

**Most under-estimated data:**

X = 1038659.6875

E = -3.9445133784492

Y = 1240097.25

ID = 8

Z = 0

**Most over-estimated data:**

X = 1039109

E = 6.846284821244

Y = 1242167.25

ID = 35

Z = 1.3891660843645

**Gridding Rules**

Gridding Method:

Kriging

Kriging Type:

Point

Polynomial Drift Order:

0

Kriging std. deviation grid:

no

**Semi-Variogram Model**

Component Type:

Nugget Effect

Error Variance:

0.03

Micro Variance:

0

Component Type:

Gaussian

Anisotropy Angle:

145

Anisotropy Length:

900

Anisotropy Ratio:

0.6

Variogram Scale:

0.4

**Search Parameters**

No Search (use all data):

true

**Output Grid**

Grid File Name:

C:\LEONARD\TRABAJO DE GRADO\II-Referencias Tesis

yPapers\Proyecto\PROYECTO\C2\Atributos\_petrolifisicos\Netpay\modelo2\Data\_base\_2009\_KARL&JHON\_Modelo2.grd

Grid Size:

100 rows x 16 columns

Total Nodes:

1600

Filled Nodes:

1600

Blanked Nodes:

0

**Grid Geometry**

X Minimum:

1038122

X Maximum:

1039269.625

X Spacing:

76.5083333333333

Y Minimum:

1238503.875

Y Maximum:

1246234.875

Y Spacing:

78.09090909090909

**Grid Statistics**

Z Minimum:

-0.29884778464149

Z 25%-tile:

0.61106301854369

Z Median:

1.1990766764787

Z 75%-tile:

1.6648515879544

Z Maximum:

1.937430554741

Z Midrange:

0.81929138504976

Z Range:

2.2362783393825

Z Interquartile Range:

1.0537885694207

Z Median Abs. Deviation:

0.51056652524

Z Mean:

1.0946344302776

Z Trim Mean (10%):

1.1194344091658

Z Standard Deviation:

0.62388838522601

Z Variance:

0.38923671721992

Z Coef. of Variation:

0.56995136272825

Z Coef. of Skewness:

-0.46045017102935

Z Root Mean Square:

1.2599449405308

Z Mean Square:

1.5874612531692