

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**



**INTERPRETACIÓN DEL LEVANTAMIENTO
AEROMAGNÉTICO DE LOS AÑOS 1959-1961 EN LA PARTE
OESTE DE LA FASE IV DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN
DE YACIMIENTOS DE MINERAL DE HIERRO EN LA
PROVINCIA GEOLÓGICA DE IMATACA-ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR EL BACHILLER
JESÚS D. MOYA. G.
PARA OPTAR AL TÍTULO
DE GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, MAYO 2010

RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicada en el Estado Bolívar, delimitando al Norte con el río Orinoco, al Sur con la Falla de Gurí, se encuentra delimitada al Oeste por la autopista de Upata y al Este por la población de Piacoa en el estado Delta Amacuro. Cubre una superficie de 367.025,62 hectáreas aproximadamente. El objetivo general de este trabajo es interpretar el levantamiento aeromagnético de los años 1959-1961 en la parte Oeste de la fase IV del Proyecto de exploración de yacimientos de mineral de hierro de la Provincia Geológica de Imataca-Estado Bolívar. La metodología aplicada se basa en la vectorización de información magnética contenida en las hojas NP-45, NP-46, NQ-44, NQ-45, NQ-46, NR-45, NR-46, NS-45, NS-46 de los levantamientos aeromagnéticos pertenecientes a los años 1959-1961, luego realizar un mosaico vectorial con la información digitalizada y vectorizada para posteriormente generar un modelo magnético total en tres dimensiones que señale las zonas anómalas que en conjunto con la información geológica digitalizada, nos proporcione indicios de nuevos prospectos para la explotación de mineral de hierro. Ésta investigación arrojó un total de 74 anomalías magnéticas de intensidad total, el mayor valor anómalo (Vz max) corresponde a 14600 Gamma y el menor valor 8480 gamma, ambos casos coinciden litológicamente con cuarcita ferruginosa. De las 74 anomalías registradas, un total de 28 anomalías no coinciden con cuarcita ferruginosa, dejando un total de 46 que litológicamente coinciden con cuarcita ferruginosa. Todas las anomalías fueron jerarquizadas en una secuencia de rentabilidad que va desde la tipo (A) como anomalía potencialmente rentable, hasta la tipo (E) como las anomalías de poca rentabilidad, resultando así en dicha jerarquización un total de: 1 anomalía del tipo A, 11 de tipo B (buena rentabilidad), 41 de tipo C (rentabilidad media), 21 de tipo D (baja rentabilidad) y cero de tipo E. El estudio finalmente arrojó tres anomalías que coinciden con yacimientos ya conocidos, lo cual indica factibilidad de los resultados, la anomalía (AM-193A-A-IV1) la cual dio las mejores características como posible prospecto de mineral de hierro, no es conocida como yacimiento en la actualidad.

CONTENIDO

RESUMEN	II
CONTENIDO	III
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	3
1.1 SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO	3
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
CAPÍTULO II.....	7
GENERALIDADES	7
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL AREA.....	7
2.1.1 <i>Acceso al área de estudio</i>	7
2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y NATURALES.....	8
2.2.1 <i>Clima</i>	8
2.2.2 <i>Suelos</i>	9
2.2.3 <i>Vegetación</i>	10
2.3 GEOLOGÍA GENERAL	10
2.4 GEOLOGÍA REGIONAL.....	13
2.4.1 <i>Provincia Geológica de Imataca</i>	13
2.5 GEOLOGÍA LOCAL.....	19
2.5.1 <i>Sector las Grullas</i>	19
2.5.2 <i>Parte Este de la Provincia Geológica de Imataca</i>	20
CAPÍTULO III.....	24
MARCO TEÓRICO	24
3.....	24
3.2 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	25
3.2.1 <i>Geofísica</i>	25

3.2.2 Anomalía magnética.....	25
3.2.3 Anomalías regionales.....	25
3.2.4 Magnetismo.....	26
3.2.5 Magnetismo terrestre.....	26
3.2.6 Campo magnético.....	27
3.2.7 Campo geomagnético.....	27
3.2.8 Magnetismo Total.....	27
3.2.9 Prospección magnética.....	28
3.2.10 Levantamiento aeromagnético.....	28
3.2.11 Exploración magnética para menas de Fe.....	30
3.2.12 Red Geodésica Venezolana (REGVEN).....	31
3.2.13 Método magnético.....	31
3.2.14 Aplicaciones del método magnético.....	31
3.2.15 Magnetismo inducido.....	33
3.2.16 Magnetismo permanente.....	33
3.2.17 Los Magnetómetros.....	33
3.2.18 Software para el Manejo de Cartosur.....	34
3.2.19 Proyecto Cartosur II.....	35
CAPÍTULO IV	37
METODOLOGÍA DE TRABAJO	37
4.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	37
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
4.3 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA Y CARTOGRÁFICA.....	39
4.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
4.5 VECTORIZACIÓN DE LAS HOJAS PERTENECIENTES AL LEVANTAMIENTO AEROMAGNÉTICO DE LOS AÑOS 1959-1961 CORRESPONDIENTE A LA FASE IV.....	40
4.6 GENERACIÓN DEL MOSAICO DE LAS HOJAS VECTORIZADAS PERTENECIENTES A LA INFORMACIÓN AEROMAGNÉTICA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	45
4.7 ELABORACIÓN DEL MODELO MAGNÉTICO TOTAL EN TRES DIMENSIONES.....	45
4.8 CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOLÓGICA – GEOFÍSICA QUE REFLEJE LA INFORMACIÓN DETALLADA DEL COMPORTAMIENTO DE LAS ANOMALÍAS Y LOS MÁXIMOS VALORES MAGNÉTICOS.....	46
CAPÍTULO V	51
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	51
5.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES GEOLÓGICAS PRESENTES EN EL ÁREA.....	51
5.1.1 Unidad 1.....	51
5.1.2 Unidad 5.....	51
5.1.3 Unidad 1201.....	51
5.1.4 Unidad 2121.....	51
5.1.5 Unidad 110001.....	52
5.1.6 Unidad 110002.....	52
5.1.7 Unidad 212200.....	52
5.2 VECTORIZACIÓN DE LAS HOJAS PERTENECIENTES AL LEVANTAMIENTO AEROMAGNÉTICO.....	52
5.4 CREACIÓN DEL MODELO MAGNÉTICO TOTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	54
5.5 CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEOLÓGICA – GEOFÍSICA CON INFORMACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS ANOMALÍAS OBTENIDAS Y LOS MÁXIMOS VALORES DE INTENSIDAD MAGNÉTICA.....	55

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES72
 CONCLUSIONES 72
 RECOMENDACIONES..... 73
REFERENCIAS75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO (PROYECTO DE EXPLORACIÓN REGIONAL-C.V.G FERROMINERA ORINOCO 2005).	8
FIGURA 2.2 MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL ESCUDO DE GUAYANA (SIDDER Y MENDOZA 1995, EN MENDOZA, 2003).	14
FIGURA 4.1 FLUJOGRAMA DE METODOLOGÍA.	38
FIGURA 4.2 HOJA NQ-46 DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNÉTICO	43
(C.V.G. FERROMINERA ORINOCO, C.A, 2.005).	43
FIGURA 4.3 HOJA NQ-46 VECTORIZADA (C.V.G. FERROMINERA ORINOCO, C.A, 2.005).....	44
FIGURA 4.4 PERFIL MAGNÉTICO DE ANOMALÍA DE LA FASE IV (PROYECTO DE EXPLORACIÓN REGIONAL-C.V.G FERROMINERA ORINOCO).	48
FIGURA 5.1 MOSAICOS VECTORIALES DEL ÁREA ABARCADA POR LA INVESTIGACIÓN.	54
FIGURA 5.2 MODELOS MAGNÉTICOS TOTALES EN TRES DIMENSIONES.	55
FIGURA 5.3 DIAGRAMA DE RESULTADOS DE JERARQUIZACIÓN DE ANOMALÍAS.	71

LISTA DE TABLAS

TABLA 5.1 ÍNDICE DE HOJAS DEL LEVANTAMIENTO	53
AEROMAGNÉTICO PARA LA ZONA DE ESTUDIO.....	53
TABLA 5.2 BASE DE DATOS DE LAS ANOMALÍAS MAGNÉTICAS.....	57
TABLA 5.3 JERARQUIZACIÓN DE LAS ANOMALÍAS MAGNÉTICAS.....	65
TABLA 5.4 RANGOS DE LA JERARQUIZACIÓN.	70
TABLA 5.5 DATOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DEL UMBRAL	70
DE ANOMALÍA.....	70

INTRODUCCIÓN

En la República Bolivariana de Venezuela exactamente en el estado Bolívar es conocido el amplio desarrollo en extracción y procesamiento de elementos metálicos, entre ellos con mayor auge el hierro, mineral cuya concentración es hallado en mayor proporción en rocas como cuarcitas ferruginosas las cuales son el principal enfoque para la explotación de este mineral. El mineral de hierro se encuentra a lo largo de la Provincia Geológica de Imataca desde el distrito ferrífero Piar hasta los depósitos de hierro en el Pao, lo cual ha hecho esta región pionera como sector ferro-siderúrgico.

La extracción del mineral de hierro es realizado en su totalidad en nuestro país por la empresa C.V.G FERROMINERA ORINOCO C.A, la cual ha venido realizando un Programa de Exploración Regional con la intención de ubicar prospectos de mineral de hierro que puedan ser utilizados a futuro para su beneficiamiento económico. Es por ello que se ha desarrollado esta investigación que tiene como enfoque cubrir parte del territorio establecido en el Proyecto de Exploración Regional, el cual fue dividido en cuatro fases que cubren gran parte de la Provincia Geológica de Imataca.

La fase IV la cual es en parte desarrollada en esta investigación es la mas al este de la Provincia Geológica de Imataca y dentro del área de estudio se conocen algunos posibles yacimientos como el caso del sector las Grullas y Piacoa los cuales sirven como patrón de correlación en los resultados que arroja la investigación en el caso de nuevas zonas halladas con características magnéticas y geológicas ideales que es la base de esta investigación.

Este trabajo presenta en el capítulo I la situación a investigar, en el capítulo II las generalidades, en el capítulo III el marco teórico, en el capítulo IV la metodología aplicada en el trabajo y en el capítulo V se presentan los análisis e interpretación de los resultados, posteriormente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y las referencias utilizadas.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

Esta investigación se lleva a cabo ante los pocos conocimientos que se posee de las extensiones laterales de los yacimientos de mineral de hierro ya conocidos en el estado Bolívar, exactamente en la Provincia Geológica de Imataca. Estos yacimientos son explotados con rapidez lo cual ha propiciado la investigación y búsqueda de nuevos yacimientos, a partir de información aeromagnética existente que no ha sido aprovechada en años anteriores para dicho estudio y que posee vital información de zonas no exploradas y que podrían arrojar resultados favorables para el aprovechamiento de este mineral.

Ante la ausencia de información con respecto a la potencialidad de nuestro país como exportador de hierro, la empresa C.V.G FERROMINERA ORINOCO C.A ha venido desarrollando un proyecto de exploración regional que pueda proveer en el futuro, un estimado de los años de producción de este mineral, así como también la rentabilidad de nuevos proyectos de exploración, el cual es el enfoque principal de este trabajo, cubrir parte del proyecto de exploración regional.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Interpretar el levantamiento aeromagnético de los años 1959-1961 en la parte Oeste de la fase IV del Proyecto de Exploración de Yacimientos de Mineral de Hierro de la Provincia Geológica de Imataca-Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar las unidades geológicas presentes en la zona de estudio.

Vectorizar las hojas pertenecientes al levantamiento aeromagnético de los años 1959-1961 correspondientes a la parte Oeste de la fase IV.

Generar un mosaico de las hojas vectorizadas pertenecientes a la información aeromagnética de la zona en estudio.

Elaborar un modelo magnético total en tres dimensiones.

Crear una base de datos geológica - geofísica que refleje la información detallada del comportamiento de las anomalías obtenidas y los máximos valores de intensidad magnética.

1.3 Justificación de la investigación

El propósito de la investigación se basa en realizar un estudio de magnitud regional, que nos permita actualizar la información de interés para la exploración, explotación y extracción de los yacimientos de mineral de hierro presentes en el área enmarcada dentro de la fase IV del proyecto de exploración regional, e identificar nuevos posibles prospectos que puedan aumentar las reservas de este mineral en el país.

Este proyecto representa la cuarta etapa del estudio geoexploratorio de la Provincia de Imataca que se lleva a cabo en el Centro de Investigación y Gestión del Conocimiento de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) FERROMINERA

ORINOCO; simultáneamente con el proyecto correspondiente a la fase IV, se lleva a cabo la integración de la información del proyecto de exploración correspondiente a la fase III que abarca la parte Oeste de la Provincia de Imataca desde el río Aro hasta el río Caura donde se encuentran los yacimientos de hierro de El Trueno y Real Corona, para cubrir en su totalidad el alcance del proyecto de exploración regional, conjuntamente con las dos primeras fases, ya ejecutadas.

Lo expuesto anteriormente representa una justificación lo suficientemente sustentable para la realización de este trabajo de investigación.

1.4 Limitaciones de la investigación

Entre las limitaciones que se presentan en la investigación destacan las siguientes:

Los levantamientos aeromagnéticos con los que se trabajan en el proyecto fueron realizados entre los años 1959 a 1961; en los mismos no se tiene el cubrimiento total del área delimitada por el proyecto.

Las curvas de intensidad magnética correspondientes al levantamiento aeromagnético del año 1959, no permiten su solapamiento con la información levantada para el año 1961, ya que éste posee líneas de intensidad magnética total con variaciones; esto dificulta la tarea de obtener un mosaico general de la fase, el cual se realiza uniendo las curvas de igual valor de intensidad magnética total de las hojas, con el objetivo de conformar un mosaico coherente que nos permita reducir errores de cálculos estadísticos. Es por esta razón que se deben realizar dos modelos magnéticos del área para analizar y reinterpretar la información geofísica por separado.

Los mapas de intensidad magnética utilizados en este trabajo se obtuvieron en la sede del Instituto Nacional de Geología y Minería de Venezuela (INGEOMIN) Caracas; algunos de estos no poseían una buena nitidez, lo que limita su resolución al momento de su digitalización.

Este proyecto no busca corregir la información geológica ya existente, tampoco discutir los modelos que ya han sido formulados.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

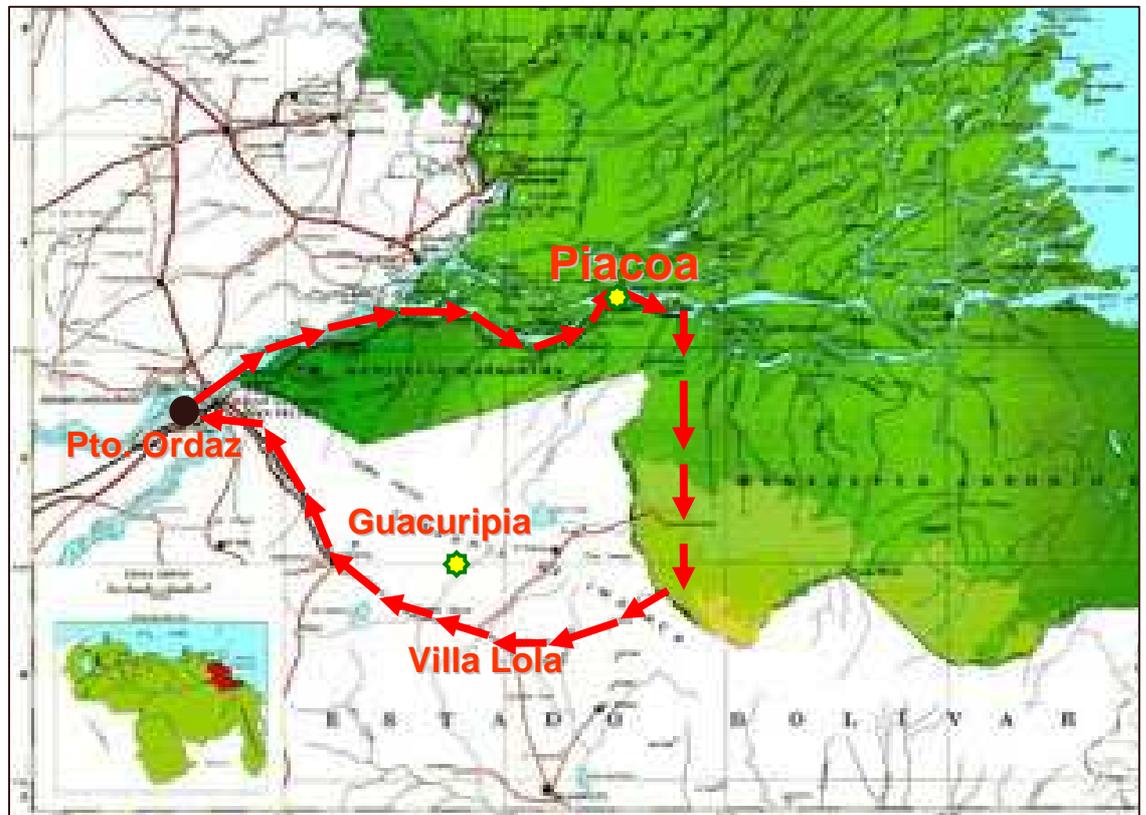
2.1 Ubicación geográfica del area

El área de estudio se encuentra ubicada en la Republica Bolivariana de Venezuela, al Noreste del estado Bolívar, en la Provincia Geológica de Imataca, la cual posee una extensión de 550 Km de largo y un ancho de 80 Km orientada en sentido Noreste, se extiende al Este hasta el Delta del río Orinoco en el estado Delta Amacuro y al Oeste hasta el río Caura, el límite Norte lo representa el río Orinoco, el límite Sur corresponde a la Falla de Guri que pone en contacto tectónico el Complejo de Imataca con la Provincia de Pastora, Guilloux, Luis (2005). (Figura 2.1).

El área en la que fue realizado el estudio abarca una extensión 367.025,62 ha aproximadamente, y se encuentra delimitada por el río Orinoco, la falla de Guri, Villa Lola y La autopista de Upata. Exactamente entre las coordenadas 869743.21 - 949449.50, Norte y 537647.86 - 610047.24, Este. (Mapas 1:25000, hojas 7641,7739, 7840, 8041, Índice de cubrimiento, Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar).

2.1.1 Acceso al área de estudio

El acceso al área de estudio se realiza por vía terrestre, por carreteras de asfalto, principalmente la carretera de san Félix hasta Piacoa pasando por los castillos de Guayana, San Félix- Upata y en ocasiones carreteras de tierra para acceder a áreas como el cerro Piacoa.



**Figura 2.1 Ubicación del área en estudio (Proyecto de Exploración Regional-
C.V.G Ferrominera Orinoco 2005).**

2.2 Características físicas y naturales

2.2.1 Clima

De acuerdo a los dos tipos de análisis realizados por C.V.G Edelca, 2002, uno cualitativo y el otro cuantitativo. El primero fundamentado en el análisis estadístico, hidrometeorológico y climatológico convencional, el segundo se basó en el conocimiento de las interrelaciones de los distintos aspectos meteorológicos, climatológico, topográficos y otros elementos del ambiente físico – natural. Se puede

determinar que el área de estudio cubierta por la hoja NC – 20 -15, recibe una precipitación total, media anual, de 1500 mm (C.V.G Tecmin, 1991).

La temporada de lluvias comienza en el mes de Mayo y se prolonga hasta Agosto. Junio, Julio son los meses más lluviosos del año. La época seca abarca los meses de Febrero, aunque en algunas estaciones Marzo se comporta como un mes seco.

De acuerdo con el sistema de clasificación climática propuesto por Koppen en 1990, en el área se presentan tres tipos de climas. En las estaciones Macagua, La Lucha, La Sirena, Puerto Ordaz un clima Tropical de Sabana. Un clima Tropical Lluvioso representado por las estaciones Boca de Araguaito, Boca de Tortuga y El Cierre. Y el clima Tropical Lluvioso de Selva representativo de la estación El Palmar. El índice de incomodidad ambiental medio anual para toda el área varía entre 22.5°C a 26°C. (C.V.G Tecmin, 1991).

2.2.2 Suelos

Los suelos predominantes en el área de estudio son del tipo rocosos propios de la provincia geológica de Imataca y lateríticos; estos últimos caracterizados por presentar horizontes de suelo ricos en óxidos, derivados de una amplia variedad de rocas fuertemente oxidadas y en condiciones de lixiviación. Son característicos de climas tropicales con abundante precipitación. (C.V.G Tecmin, 1991).

2.2.3 Vegetación

De acuerdo a investigaciones ejecutadas a lo largo de la zona, el área se ubica dentro de dos zonas bioclimáticas, estas son: la zona Tropófila Macrotérmica y la zona Ombrófila Macrotérmica. (C.V.G Tecmin, 1991).

La primera zona corresponde a un Bosque Seco Tropical y constituye una situación transicional entre las condiciones xerófilas y ombrófilas del piso tropical (Macrotérmico). Las condiciones macrotérmicas, quedan por la existencia de promedios de temperatura superiores a los 24 °C, propios de las tierras bajas tropicales.

Este tipo bioclimático exhibe especies y formaciones semidecicuas y de carácter semiverde, aumentando esta condición por efecto de tipo edáfico-hídrico y de precipitación. Los bosques presentan una gran diversidad estructural, encontrándose desde bosques medios <25cm a bajos <15cm, con densidades de cobertura variable los cuales ocupan paisajes de lomerío, peniplanicie, planicie y valle.

La segunda zona está representada por formaciones vegetales boscosas, arbustivas y herbáceas., con alturas comprendidas entre 15m y 25 m.

Se caracteriza por su condición eminentemente, húmeda, con un balance hídrico favorable y con un promedio anual de temperaturas que excede a los 24 °C. Este bioclima es equivalente al bosque húmedo tropical y el régimen de humedad corresponde a las provincias húmedas a perhúmedas. (C.V.G Tecmin, 1991).

2.3 Geología general

El Escudo de Guayana forma parte del Pre-cámbrico del Cratón Amazónico y del Oeste de África y se continúan en las Guayanas y parte NW de Colombia, con unidades litoestratigráficas, metamorfismos y depósitos minerales similares. El Escudo de Guayana se extiende al sur del río Orinoco; limita al Este con Colombia por los ríos Orinoco, Atabapo y Guainía-Negro; al Sur con Brasil en Cocuy-Neblina-cabeceras de los ríos Orinoco-Ventuari y la Gran Sabana con la Sierra Pacaraima y al Este con la Zona en Reclamación con los ríos Venamo y Cuyuní, cubriendo casi el 50% de la superficie de Venezuela (Mendoza, 2005 op. cit).

En geología los escudos se definen como macizos continentales constituidos por rocas Precámbricas, no cubiertos completamente por el mar en el transcurso del tiempo geológico. Los escudos fueron tectónicamente muy activos durante el Precámbrico, pero desde el comienzo del Cámbrico se hicieron relativamente estables con respecto a los movimientos terrestres. También se les llama “Tierras Positivas” porque han servido de contrafuerte y contribuido por el desgaste, a través del tiempo (erosión), a proporcionar sedimentos que se han depositado en las partes más bajas, formando así los llamados geosinclinales (Mendoza, 2005 op. cit).

En el curso del Precámbrico tuvieron lugar numerosos ciclos orogénicos y fueron acompañados por importantes manifestaciones magmáticas efusivas e intrusivas, así como por intensos procesos de metamorfismo, con fenómenos de migmatización y palingénesis que muchas veces se desarrollaron a escala regional (Mendoza, 2005 op. cit).

En general las rocas precámbricas están actualmente sepultadas a grandes profundidades, pero en algunos lugares del globo han vuelto a quedar al descubierto a causa de movimientos orogénicos o por la denudación de la corteza (Mendoza, 2005 op. cit).

En Suramérica las rocas pertenecientes al sistema precámbrico se encuentran primordialmente concentradas en los Escudos Brasileños y de Guayana, separados entre sí por la cuenca del Amazonas, expresión de una gran Geofractura profunda que se proyecta a más de 700 Km de la corteza (Mendoza, 2005 op. cit).

El Escudo de Guayana tiene forma oval y su parte septentrional se encuentra en Venezuela al Sur del curso del río Orinoco, mientras que en su parte meridional se adentra en Colombia, Brasil, Guyana, Suriname y Guayana Francesa (Mendoza, 2005 op. cit).

En la parte Venezolana comprende rocas arqueozoicas y proterozoicas de muy diversas litologías, alteradas en mayor o menor escala durante una serie de episodios geotectónicos mayores.

El Escudo de Guayana en Venezuela se compone de las siguientes cuatro provincias geológicas Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima (Mendoza, 2005).

Basándose en la petrología de la Provincia de Imataca, esta pertenece al denominado Cinturón Granulítico, Pastora a los Cinturones de Rocas Verdes, Cuchivero se caracteriza por grandes extensiones de granitos (1.800 ± 200 m.a) y granitos post-tectónicos (1.500 m.a) y la Provincia de Roraima es una cobertura discordante sobre rocas pertenecientes a la Provincia de Pastora o Cuchivero (Mendoza, 2005).

2.4 Geología regional

2.4.1 Provincia Geológica de Imataca

Cerro Piacoa desde el punto de vista geológico forma parte de la Provincia Geológica de Imataca la cual está conformada por una secuencia metamórfica ácida, asociada a granitos, charnockitas, granulitas, gneises y esquistos básicos.

El termino Complejo de Imataca fue propuesto por Chase (1.965) en consideración a que la “Complejidad de la estructura hace improbable la determinación de una sucesión inequívoca de formaciones dentro del conjunto”. Kalliokoski (1.965) define el complejo como la “secuencia de rocas metasedimentarias e ígneas complejamente plegadas que forman una faja al Sur del río Orinoco desde el río Caura hasta el Delta (Ascanio, op. Cit).

Litológicamente la provincia de Imataca esta formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15%-20%), cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro (BIF), dolomitas, charnockitas, anortositas, granitos intrusivos más jóvenes, y remanentes erosionales de menos metamorfizados y más jóvenes CRV (cinturones de rocas verdes) – TTG (tonalitas, trondjemitas , granodioritas).(Mendoza, op. cit.).

El metamorfismo de la Provincia de Imataca es de alto grado, y decrece desde la mina de hierro de El Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas, granulitas máficas y hasta ultramáficas que sugieren temperaturas entre los 750°C y 850°C y moderadas a elevadas presiones de 8 a 8,5 Kbs, equivalentes a menos de 30 Km de espesor de roca, hacia la zona de Guri, con anfibolitas, granulitas y migmatitas, rocas graníticas con granate-sillimanita, que implican temperaturas de

650°C-700°C y presiones de 4 a 7 Kbs, o sea, menores de 20 Km de espesor de rocas (Mendoza, op. cit.).

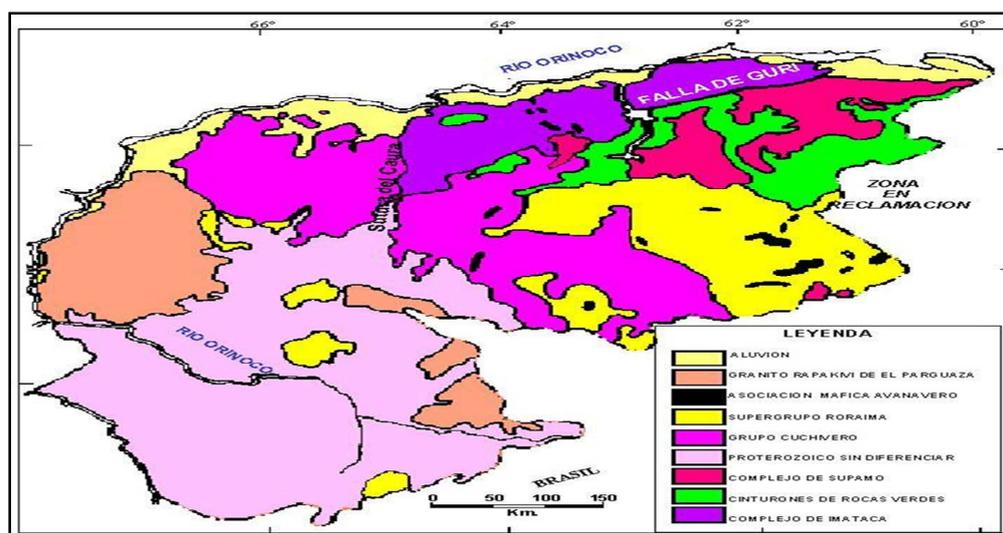


Figura 2.2 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana (Sidder y Mendoza 1995, en Mendoza, 2003).

Mendoza, (2000), designa a la Provincia de Imataca con el nombre Provincia Estructural Bolívar e indica que aparece de nuevo hacia el sureste en las montañas de Kanakú, Guayana, en el río Saramaca, Suriname y en la isla de Cayana, Guyana Francesa. Además hace un recuento de todas las edades radiométricas en el Escudo de Guayana en Suramérica y reporta que la edad más antigua para el Complejo de Imataca es de 3500 - 3700 m.a., por el método U-Pb, mientras que las rocas más jóvenes son de composición granítica, las cuales arrojan edades entre 1200 - 800 m.a., determinado por el método potasio-argón.

La Provincia de Imataca registra seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas tipo corrimientos, internamente el plegamiento es isoclinal con replegamiento mas abierto. En la parte Norte los pliegues tienen rumbo NW,

mientras que en la parte Sur la tendencia dominante de los pliegues es N60-70E el cual es predominante regionalmente, aproximadamente paralelas a la falla de Guri (Mendoza, op. cit.).

Las estructuras principales del complejo son la Falla El Pao y la Falla Guri-río Carapo. Estas fallas limitan conjuntos litológicos que contienen tipos diferentes de formación de hierro (Mendoza, op. cit.).

Ascanio en 1.975, postuló que parte del Complejo de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan microcontinentes que, por deriva, chocaron unos con otros con obducción, quedando separados entre sí por grandes corrimientos. Estas fajas son denominadas:

1. Faja de La Encrucijada
2. Faja de Ciudad Bolívar
3. Faja de Santa Rosa
4. Faja de La Naranjita
5. Faja de La Ceiba
6. Faja de Laja Negra
7. Faja de Cerro Bolívar

2.4.1.1 Faja de La Encrucijada: Constituida, predominantemente por gneises piroxénicos y monzograníticos, dentro de los cuales se han emplazado las sienitas cuarcíferas y los granitos de La Encrucijada (Ascanio, op.cit)

Estos gneises tienen colores verdes, grises y rosados; son de grano medio a grueso, bandeados, unas veces granulares y otras porfídicos. Contienen formaciones de hierro de grano grueso (Ascanio, op.cit)

2.4.1.2 Faja de Ciudad Bolívar: Constituida por gneises cuarzo-feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolitas. Contiene formaciones de hierro de grano medio. Esta faja reposa sobre la Faja de La Encrucijada, el contacto está definido por una intercalación de gneises y anfibolitas de grano fino que descansan sobre las rocas cuarzo-feldespáticas de grano grueso de la faja de La Encrucijada (Ascanio, op.cit).

2.4.1.3 Faja de Santa Rosa: En esta faja se encuentran gneises cuarzo-feldespáticos biotíticos, grises, bandeados, intercalados con anfibolitas y con capas delgadas de formación de hierro y cuarcitas blancas. Reposan sobre la faja de Ciudad Bolívar y debajo de la faja La Naranjita, La Ceiba y Laja Negra. El contacto de esta faja con La Naranjita coincide con el contacto de la isográmica del ortopiroxeno y de la isográmica de la moscovita de Dougan (1.972), para el cual sugiere un control estructural. El rumbo general de la faja es de N60W (Ascanio, op.cit).

2.4.1.4 Faja de La Naranjita: Aquí afloran gneises de grano grueso, a veces bien bandeados, intercalados con anfibolitas y con lentes delgadas de formación de hierro. Su característica principal es la estructura de doble declive. La Naranjita constituye un codo estructural del Complejo de Imataca, al Este de este sitio las estructuras tienen dirección Noreste y al Oeste toman dirección Noroeste. (Ascanio, op.cit)

2.4.1.5 Faja de Cerro La Ceiba: Aflora desde 18 Kilómetros al Oeste de Cerro La Ceiba hasta el río Tocomá al pie de Cerro Toribio. Tiene forma lenticular con una anchura máxima de 10 kilómetros y está formada por gneises cuarzo-monzoníticos rosados. El gneis de Cerro La

Ceiba es de color rosado, grano grueso, contorsionado, con desarrollo de pegmatitas paralelas al bandeamiento. La litología es muy uniforme, no contiene formaciones de hierro ni otras rocas resistentes que lo protejan de la erosión. El

rumbo general del bandeamiento es de N45W el cual controla el drenaje (Ascanio, op.cit).

2.4.1.6 Faja de Laja Negra: Esta faja de rocas está cruzada por la carretera de Ciudad Piar–Ciudad Bolívar, desde el puente sobre el río Yaunó hasta cerca del puente de Orocopiche. Está constituida por gneises cuarzo-feldespáticos biotíticos, contorsionados, de grano grueso, con vetas delgadas de pegmatitas. Se encuentran intercalados con formación de hierro en el sitio denominado Bacalao, al Norte de Cerro Bolívar y además en varias partes al Oeste del río Marcela (Ascanio, op.cit).

2.4.1.7 Faja de Cerro Bolívar: Esta faja de roca aflora desde la falla de Guri-río Carapo. Está constituida por gneises cuarzo-feldespáticos grises y rosados, contiene formaciones de hierro de poco espesor en la parte inferior de la sección, las cuales afloran en los núcleos de los anticlinales. En su parte superior se encuentran en forma de sinclorios de formaciones de Hierro de grano fino, que tienen hasta 200 mts de espesor. La faja de Cerro Bolívar reposa debajo del complejo Supamo y está sobrecorrida sobre las fajas de La Naranjita, Cerro La Ceiba y Laja Negra. La mayor parte de esta faja reposa sobre la faja de Laja Negra (Ascanio, op.cit).

Rodríguez, 1.977, destacó los tipos de rocas graníticas, charnockíticas y migmatíticas asociadas a cada una de estas fajas tectónicas y su importancia como rocas ornamentales e industriales.

Imataca es la Provincia donde están ubicados los yacimientos de mineral de hierro y en ella se distinguieron según el tamaño del grano tres tipos de depósitos de mineral de Hierro. (Mendoza, op. cit).

1. Depósitos de Granos Grueso (>1 mm): El Pao, Las Grullas, Piacoa.

2. Depósitos de Grano Medio (= 1mm): Cerro Maria Luisa.

3. Depósitos de Grano Fino (< 1mm): Cerro Bolívar, San Isidro, Los Barrancos El Trueno, Altamira, Redondo, Toribio, Arimagua etc.

Los depósitos de hierro tipo Cerro Bolívar, con los siguientes tipos de menas de tope a base: cangas y ripios, finos marrones, finos negros, finos negros silíceos y cuarcitas parcialmente lixiviadas, se formaron por la lixiviación de la sílice 600-750 msnm, el nivel de Imataca desde hace unos 20 o más millones de años, a partir de itabirítas o cherts ferruginosos, de grano fino o muy fino (Mendoza, op. cit).

Los depósitos de mineral de hierro de grano grueso tipo El Pao, asociados a granulitas, charnockitas y anortositas, que da lugar a productos gruesos o pellas naturales, están formadas por hematíta especular por reemplazo de martíta-magnetita, seguidos de finos negros generalmente silíceos y cangas. Depósitos similares al de hierro tipo El Pao son las Grullas (Mendoza, op. cit).

Estos depósitos se caracterizan por mostrar foliaciones bien desarrolladas indicadas por fenocristales orientados de plagioclasa caolinitizados. Los depósitos de hierro tipo El Pao están asociados con pequeños lentes manganesíferos y se interpretaron como equivalentes metamorfizados tipo Algoma de Canadá (Mendoza, op. Cit)

2.5 Geología local

2.5.1 Sector las Grullas

2.5.1.1 Cerró las Grullas: Ubicado Vía la autopista de Upata, 50 Km. de autopista apartir de Puerto Ordaz, morfológicamente representa una colina alargada. Esta formación de hierro esta compuesta por Gneis ferruginosos con cuarzo recristalizado con tamaño de 1/8 a 1/4 de pulgada, dura, fresca con cuarzo abundante y Hematina; tenor entre 35 y 45% de hierro seco. Las formaciones de hierro reposan sobre las rocas del complejo de Imataca: Gneis graníticos con intercalaciones de esquistos biotíticos, cloróticos y sericiticos con bandas de formaciones de hierro Guilloux, Louis (2005).

En la mena de los diferentes yacimientos se puede distinguir dos tipos de mineralización: brillante, duro de grano grueso y Friable, de bajo tenor y con alto contenido de sílice.

La mena dominante es de grano grueso de 0,3 mm. A 1,5 mm. Y la mayor parte de la mineralización es residual a partir de la meteorización y lixiviación de formación de hierro principalmente al inicio de formación de cuarcita ferruginosa con alto de contenido de sílice.

Clasificación de las menas: a) Mena residual con: 55 a 68% Fe seco, b) Formación de hierro blanda con: 45 a 55% Fe seco, c) Formación de hierro fresca, dura con: 35 a 45%.

Los yacimientos se presentan en cerros de forma tabular, lenticulares, delgados, inclinados y con formación de hierro intercalada con gneis descompuestos Guilloux, Louis (2005).

Las reservas están distribuidas en 28 yacimientos que suman 52 MTn, los más importantes son: Las tetas con 17,6 MTn y La mina con 12,5 MTn

2.5.2 Parte Este de la Provincia Geológica de Imataca

2.5.2.1 Cerro La Imperial: Se encuentra situado al este de la población de los castillos – estado Delta Amacuro. Ribera derecha del Río orinoco, frente al canal de navegación de Boca Grande que tiene más de 10mt. de calado; Coordenadas (W: 62°23 Y N: 8°30). Representa morfológicamente una colina alargada de 2.000mt de longitud, 1.000mt de ancho y 180mt de altura. La parte superior es una formación de Hierro con Rumbo Este – Oeste y buzamiento vertical esta meteorizada blanda con enriquecimiento progresivo: un primer nivel superior con 55 a 68% de hierro seco y u segundo nivel inferior con tenores de 45 a 65% de hierro seco Guilloux, Louis (2005).

La parte inferior esta constituida por cuarcitas ferruginosa dura, fresca con cuarzo abundante y Hematina; tenor entre 35 a 45% de hierro seco y en el piso Gneis Graníticos.

Yacimiento de forma irregular (1.000mt de largo x 135 mt de ancho) esta compuesta de: a) Formación de hierro de grano grueso con lentes de mena dura con hematina, b)Lentes de arcilla cubierta de Mena residual (canga).

Parte superior: Nivel de concentración residual desarrollado a partir de la meteorización y lixiviación de formación de hierro – cuarcita ferruginosa Guilloux, Louis (2005).

2.5.2.2 Cerro Piacoa: Se encuentra en la región de Piacoa a 3 Km. al sur del caño Piacoa en el Delta Amacuro: 130 Km. de Puerto Ordaz por la carretera de los castillos de Guayana, 46,5 Km. en línea recta al Noreste de las Grullas, 14,5 Km. de punta Cabrian sobre el Río Orinoco, frente el canal de navegación del caño Boca Grande.

Este es un depósito de formación de hierro de grano grueso con bandas de mena dura brillante tipo pao intercaladas, plegadas y alojadas en la parte superior en un sinclinal con buzamiento suave en los flancos:

Parte Superior: Nivel meteorizado blando con enriquecimiento progresivo, la parte superior con 55 a 68% de Hierro seco y la parte inferior con tenores de 45 a 65% de Hierro seco.

Intercalaciones lenticulares de ricas en silicatos las cuales han generado lentes de limonita amarilla y blanda Guilloux, Louis (2005).

Parte Inferior: cuarcitas ferruginosas duras, con cuarzo Abundante y Hematita; tenor entre 35 y 45% de hierro seco.

La formación de hierro se presenta sobre las rocas del complejo de Imataca: Gneis graníticos con intercalaciones de esquistos biotíticos, cloróticos y sericiticos con bandas de formaciones de hierro.

Clasificación de las Menas: Mena residual “Canga Ore” directamente encima del mineral silíceo bandeado con un máximo de 55 a 68% Fe seco como cobertura del hierro blando – espesor de 3 a 5 mt.

Formación de Hierro Blanda “Friable Iron Ore” con: 45 a 55% Fe seco – espesor 15 a 45 mt.

Formación de Hierro fresca bandeada, dura de grano grueso tipo el Pao con granulometría de 0,3 a 1,5 mm. Con 35 a 45% de Fe seco y más de un 18% de SiO₂ compuesto de Hematita y Limonita – profundidad de 8 a 19 mt.

No hubo desarrollo de mena tipo el Pao en Piacoa, solo hay lentes intercalados con la formación de Hierro. La mayor parte del yacimiento está formada con cuarcitas friables como producto de la meteorización de las Cuarcitas duras, esta protegido de la erosión por casquetes de Mena residual.

La estructura general corresponde a un anticlinal ancho y plano (con 0 – 30° de inclinación de eje hacia al Este) superpuesto transversalmente de pequeños pliegues de 10 a 100mt de ancho. Sinclinal con bolsones de Mena Guilloux, Louis (2005).

2.5.2.3 Cerro Sorondo: Su acceso se encuentra vía San Félix a Barrancas a 50 Km. al este de Puerto Ordaz, frente a los castillos de Guayana, ese es el único yacimiento de Hierro al norte del río Orinoco q está asociado a las formaciones geológicas de la provincia geológica de Imataca. Este es una formación de Hierro - cuarcita ferruginosa – dura con cuarzo y Hematita recristalizada en Hematita y Magnetita, cuarzo abundante. Está compuesta con alternancia de niveles de Hierro de 6 cm. De espesor promedio compuesto de Hematita abundante, Magnetita y Cuarzo en menor cantidad y niveles de cuarcitas con Oxido de Hierro en menor proporción.

Formación bandeada en esquistos con Gneis, Tenor igual a 55% Fe, Mena de alto grado restringido a un nivel estratigráfico. Desaparición de la mineralización en la oeste del yacimiento. Disposición general en forma de sinclinal con buzamiento de bajo ángulo hacia el Este.

Es el único depósito de hierro asociado a las formaciones de la Provincia Geológica de Imataca que se encuentra al Norte del río Orinoco Guilloux, Louis (2005).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Entre los años 1959 y 1961 las compañías Aeroservice Corporation y Hunting Survey Corporation Limited, efectuaron un Levantamiento Aeromagnético en la parte Norte de Escudo de Guayana, en un área de forma irregular limitada aproximadamente por las longitudes 61°30'00'' y 67°30'00'' y por la latitud 06° 30'00''N por el Sur y el río Orinoco por el Norte El Levantamiento Aeromagnético fue realizado con un magnetómetro Flux-Gate Mark III, con una sensibilidad de 1,5 gamma (δ). El área fue cubierta con líneas de vuelo cada 500m en dirección N 20° W. A manera de control se realizaron vuelos en dirección perpendicular a la del levantamiento y espaciados de 15 a 20 Km aproximadamente. El levantamiento en general se realizó a una altura suelo-instrumento relativamente constante de 152m y en las zonas montañosas la altura de vuelo fue algo mayor.

Durante los años 1982 hasta 1992, C.V.G TECMIN realizó recopilaciones de datos e información, y en diferentes sectores campañas de mapeo geológico de campo sin profundizar en los aspectos relacionados con los depósitos de hierro. El programa de trabajo que se presenta, tiene como particularidad retomar los trabajos de exploración y de evaluación que fueron abandonados hace más de tres décadas y que dieron excelentes perspectivas en la localización y caracterización de los principales depósitos de hierro. Actualmente, se requiere 41 reanudar los trabajos exploratorios para recabar la información requerida para el desarrollo a futuro de la industria del hierro en Venezuela.

3.2 Definición de términos básicos

3.2.1 Geofísica

Es la ciencia que se ocupa especialmente de estudiar las propiedades físicas de la Tierra por medio de los instrumentos que miden las ondas sísmicas, el magnetismo terrestre y la fuerza de gravedad. Cuando se aplica en la minería se hacen estudios referentes al hallazgo de posibles depósitos minerales. (Dobrin, Milton. 1961).

En algunos casos dichos métodos aprovechan campos o fenómenos naturales (gravedad, magnetismo terrestre, mareas, terremotos, tsunamis, etc.) y en otros son inducidos por el hombre (campos eléctricos y fenómenos sísmicos). (Dobrin, Milton. 1961).

3.2.2 Anomalía magnética

Porción de un levantamiento o cartografiado geofísico que es diferente en apariencia al levantamiento general. Una desviación de la uniformidad; una característica distinguible local en un levantamiento geofísico. Una anomalía magnética es el resultado de comparar los valores magnéticos observados con los valores magnéticos teóricamente calculados. Cualquier desviación del campo magnético normal de la Tierra, Griem Susanne, Método Magnético.

3.2.3 Anomalías regionales

Son las desviaciones en el campo magnético terrestre respecto a la distribución que habría en el supuesto de que el campo magnético terrestre fuese originado por un solo un imán orientado según el eje magnético terrestre (Dobrin, Milton. 1961).

3.2.4 Magnetismo

Se debe al movimiento de las partículas moleculares de una sustancia imantada. Esas partículas tienen cargas eléctricas positivas y negativas. En una sustancia magnetizada las partículas alinean según sus cargas positivas apuntan hacia el polo norte y las negativas hacia el polo sur. (Dobrin, Milton. 1961).

3.2.5 Magnetismo terrestre

El magnetismo es un fenómeno extendido a todos los átomos con desequilibrio magnético. La agrupación de dichos átomos produce los fenómenos magnéticos perceptibles, y los cuerpos estelares, los planetas entre ellos, son propicios a tener las condiciones para que se desarrolle un campo magnético de una cierta intensidad.

En el interior de los planetas, la acumulación de materiales ferromagnéticos (como hierro) y su movimiento diferencial relativo respecto a otras capas del cuerpo inducen un campo magnético de intensidad dependiente de las condiciones de formación del planeta. En el mismo siempre se distinguen los dos polos, equivalentes a los de un imán normal.

En el caso de la Tierra, la zona en la que se mueve está influenciada por el campo magnético solar, pero el propio campo magnético terrestre crea como una burbuja, la magnetosfera terrestre, dentro del anterior. Dicha burbuja tiene una capa límite entre su influencia y la solar (magnetopausa) que es aproximadamente esférica hacia el Sol, y alargada hacia el sistema solar externo, acercándose a la superficie terrestre en los polos magnéticos terrestres. La interacción en constante evolución entre ambos campos magnéticos y las partículas magnéticas provenientes del Sol

produce fenómenos como las auroras (boreales o australes) y la interferencia en las comunicaciones radioeléctricas.

Es el conjunto de las fuerzas magnéticas que ejerce nuestro planeta sobre las agujas imantadas que pueda orientarse en cualquier posición del espacio en torno de su centro, adquiriendo una posición determinada por la dirección del campo magnético terrestre total (Dobrin Milton, 1961).

3.2.6 Campo magnético

Es la fuerza por unidad de intensidad de polo que se ejercería cuando un pequeño polo de fuerza se coloca en dicho punto. Se considera que la dirección de cualquier campo magnético es aquella indicada por el norte de un imán pequeño suspendido libremente y colgado en dicho campo. (Dobrin, Milton. 1961).

3.2.7 Campo geomagnético

Es una magnitud de carácter vectorial, por lo que para estudiar sus componentes se toma como referencia en un punto de la superficie de la Tierra un sistema de ejes verticales, N-S y E-O. Como todo campo magnético el campo magnético de la Tierra determina líneas de fuerza. La dirección de estas líneas es del hemisferio sur al hemisferio norte, esto es, aproximadamente del polo positivo (Norte magnético) del dipolo al polo negativo (sur magnético) del dipolo. (Parasnis, 1971).

3.2.8 Magnetismo Total

En el caso de un cuerpo magnético enterrado en el subsuelo la componente total del campo magnético se constituye de las magnitudes correspondientes al campo

geomagnético y al campo magnético anómalo generado por el cuerpo magnético enterrado y superponiendo el campo geomagnético.

El efecto magnético total ejercido por este cuerpo enterrado en el subsuelo y mensurable en la superficie depende de la dirección del campo geomagnético en el lugar de observación y de la imantación inducida en este cuerpo paralela al campo geomagnético. Los modelos numéricos de los datos de la intensidad total se diseñan usualmente por medio de computadores. Dependiendo de los problemas geológicos en cuestión y de la capacidad del computador disponible se realiza modelos de dos, de dos y media y de tres dimensiones. (Parasnis, 1971).

3.2.9 Prospección magnética

Es el arte de buscar depósitos ocultos de minerales útiles, efectuando mediciones físicas desde la superficie del suelo acerca de las propiedades físicas de los materiales del interior de la Tierra. Se basa en el registro de la variación local del campo magnético terrestre, esta variación se debe a la presencia en el subsuelo de materiales magnéticos, como objetos de hierro, pozos, etc. (Dobrin, Milton. 1961).

3.2.10 Levantamiento aeromagnético

Los levantamientos aeromagnéticos, al igual que cualquier otro levantamiento magnético, está basado en las propiedades magnéticas de las rocas, situadas dentro del campo magnético de la Tierra, que como se sabe es un imán débil, con un comportamiento que se puede considerar suave cuando se mide en una escala de cientos de kilómetros. Muchos tipos de rocas poseen una susceptibilidad ferro magnética, de forma que situadas en un campo magnético adquieren una magnetización apreciable. Estos efectos inducidos se manifiestan sobre el campo

magnético fundamental como "anomalías", que pueden ser utilizadas para determinar zonas de alta susceptibilidad. Por otra parte, algunas rocas, poseen una magnetización permanente o intrínseca, conocida como magnetización remanente natural, esta es independiente del campo magnético propio y también pueden producir anomalías. El objeto de la interpretación de un levantamiento magnético es determinar, a partir de los mapas de anomalías, las propiedades geométricas y físicas de las fuentes causantes de estas anomalías.

Los levantamientos aerogeofísicos, resultan los más eficaces y rápidos trabajos para evaluar el potencial de recursos minerales en grandes áreas inexploradas e incluso en regiones mineras ya maduras; con el más impresionante record en la relación duración-costo-beneficio. El empleo de satélites para la navegación por medio de GPS abordo de la nave, novedosos sistemas de control y registro, y microcomputadores tanto en la plataforma aérea que se emplee como en tierra para procesar, modelar, e interpretar los datos; hacen de las técnicas aerogeofísicas, herramientas poderosas y necesarias al hombre en la búsqueda de materiales a gran escala en el subsuelo.

Este sistema está idealmente preparado para trabajar en terrenos escabrosos, montañosos, o encima de una pequeña propiedad o concesión de reducido tamaño; resultando hoy en día la técnica de elección para la mayoría de las compañías mineras enfrascadas en la prospección y la localización tanto de depósitos de metales preciosos como Kimberlitas. Con ello se persigue la definición de los rasgos geológicos y tectónicos que controlan la mineralización, y el seguimiento terrestre en la ubicación de dichos depósitos minerales, la exploración de aguas subterráneas, así como la exploración de minerales industriales, Griem, Susanne. (2007).

3.2.11 Exploración magnética para menas de Fe

La mayoría de la producción de Fe (aproximadamente 90%) se explota de depósitos de origen sedimentario de composición primaria oolítica y silícea. Lo demás se extrae de depósitos de origen magmático con minerales de Fe de origen magmático o con minerales de Fe residuales después de la meteorización de las demás componentes de las rocas magmáticas.

Los depósitos de Fe asociados con rocas magmáticas frecuentemente están caracterizados por un cociente magnetita/hematita alta y en consecuencia pueden ser detectados directamente por las mediciones magnéticas.

Las taconitas son depósitos de Fe de origen sedimentario. Su carácter magnético depende de su estado de oxidación, puesto que la magnetita se descompone por la oxidación. Las taconitas oxidadas son mucho menor magnéticas en comparación con las taconitas no oxidadas. Con el método magnético se podían ubicar las zonas de taconitas no o poco oxidadas, que por su procesamiento más fácil son más favorables para la explotación.

Por el método magnético se puede localizar depósitos de Fe cubiertos por otras formaciones geológicas y situados en cierta profundidad en la corteza terrestre como por ejemplo los rellenos hidrotermales de fracturas cerca de Pea Ridge Mountain, Missouri, que se descubrieron por medio de sondeos realizados a lo largo de una anomalía magnética de forma longitudinal.
(<http://www.geovirtual.cl/EXPLORACION/TEXT/05003magnet.htm>).

3.2.12 Red Geodésica Venezolana (REGVEN)

Es un datum geocéntrico global con ejes coordenados basados en el sistema de referencia SIRGAS es decir, el IERS (International Earth Rotation Service). REGVEN representa la materialización del sistema geocéntrico de referencia en Venezuela, que debido a la ejecución de los programas para su establecimiento y densificación, ha producido la cantidad de 165 vértices en sus diferentes órdenes, distribuidos por todo el territorio nacional.

3.2.13 Método magnético

Este método es aplicable para detectar formaciones mineralizadas y accidentes geológicos. Se basa en la detección de desviación en el campo terrestre. En las exploraciones mineras se aplica el método magnético en la búsqueda directa de minerales magnéticos y en la búsqueda de minerales no magnéticos asociados con los minerales, que ejercen un efecto magnético mensurable en la superficie terrestre. Además el método magnético se puede emplear en la búsqueda de agua subterránea. (Parasnis, 1971).

3.2.14 Aplicaciones del método magnético

El método magnético es el método geofísico de prospección más antiguo aplicable en la prospección petrolífera, en las exploraciones mineras y de artefactos arqueológicos. En la prospección petrolífera el método magnético entrega informaciones acerca de la profundidad de las rocas pertenecientes al basamento. A partir de estos conocimientos se puede localizar y definir la extensión de las cuencas sedimentarias ubicadas encima del basamento, que posiblemente contienen reservas de petróleo.

Aún no siempre con éxito se le aplica en el levantamiento de la topografía del basamento, que puede influir la estructura de los sedimentos superpuestos. Se le emplea en la delineación de depósitos magnéticos intrasedimentarios como rocas subvolcánicas e intrusiones emplazadas en somera profundidad, que cortan la secuencia sedimentaria normal. Como las rocas sedimentarias generalmente ejercen un efecto magnético desapreciado en comparación con el efecto magnético generado por las rocas ígneas la mayoría de las variaciones de la intensidad magnética medidas a la superficie terrestre resulta de cambios litológicos o topográficos asociados con rocas ígneas o con rocas del basamento.

El desarrollo reciente de magnetómetros de alta precisión posibilita ahora la definición de pequeñas repuestas magnéticas de alta frecuencia y la detección de variaciones muy pequeñas de la intensidad magnética, que podrían ser relacionadas con variaciones diminutas en el carácter magnético de rocas sedimentarias yacentes en profundidad somera con respecto a la superficie terrestre. Las variaciones magnéticas muy pequeñas en el contenido en minerales magnéticos se refieren a valores alrededor de 0,1 gamma. En las exploraciones mineras se aplica el método magnético en la búsqueda directa de minerales magnéticos y en la búsqueda de minerales no magnéticos asociados con los minerales, que ejercen un efecto magnético mensurable en la superficie terrestre.

Además el método magnético se puede emplear en la búsqueda de agua subterránea. Por medio de estudios aeromagnéticos se puede localizar zonas de fallas, de cizallamiento y de fracturas, que pueden albergar una variedad grande de minerales y dirigir a una mineralización epigenética, relacionada con stress de las rocas adyacentes. El conocimiento de sistemas de fracturas y de acuíferos en rocas solidificadas cubiertas por una capa de depósitos aluviales puede facilitar la búsqueda y explotación de agua subterránea.

A través del método magnético se pueden levantar las discordancias y las superficies terrestres antiguas ahora cubiertas por rocas más jóvenes con el fin de explorar minerales detríticos y/o minerales de uranio relacionados con discordancias.

Hasta el medio de la quinta década de este siglo prácticamente solo se llevaron a cabo los métodos magnéticos de exploración en la superficie terrestre. Hoy día en la prospección petrolífera se emplean casi exclusivamente magnetómetros instalados en aviones y en barcos. En los estudios de reconocimiento de depósitos minerales se emplean magnetómetros aeroportados, Griem, Susanne. (2007).

3.2.15 Magnetismo inducido

Es cuando un cuerpo adquiere cierta imantación al colocarlo en un campo magnético y la pierde al separarlo. (Parasnis, 1971).

3.2.16 Magnetismo permanente

Es cuando algunos minerales muestran acción magnética sin estar sometidos a ningún campo exterior. (Parasnis, 1971).

3.2.17 Los Magnetómetros

La magnetometría es como la gravimetría un método geofísico relativamente simple en su aplicación. El campo magnético de la tierra afecta también yacimientos que contienen magnetita (Fe). Estos yacimientos producen un campo magnético inducido, es decir su propio campo magnético. Un magnetómetro mide simplemente las anomalías magnéticas en la superficie terrestre, cuales podrían ser producto de un yacimiento, Griem Susanne. (2007).

Existen varios métodos de medición y varios tipos de magnetómetros, con que se pueden medir una componente del campo magnético. El primer método para determinar la intensidad horizontal absoluta del campo geomagnético lo desarrolló el matemático Carl Friedrich Gauss (desde 1831).

Los magnetómetros que se basan en principios mecánicos, son entre otros la brújula de inclinación, la superbrújula de Hotchkiss, el variómetro del tipo Schmidt, el variómetro de compensación. El primer magnetómetro útil para la prospección minera fue desarrollado en los años 1914 y 1915. El llamado variómetro de Schmidt mide variaciones de la intensidad vertical del campo magnético con una exactitud de 1 gamma, que es la dimensión de las variaciones locales de la intensidad magnética.

El magnetómetro Flux-Gate se basa en el principio de la inducción electromagnética y en la saturación y mide variaciones de la intensidad vertical del campo magnético. El magnetómetro nuclear se basa en el fenómeno de la resonancia magnética nuclear y mide la intensidad total absoluta del campo magnético a tiempos discretos. El magnetómetro con célula de absorción se funda en la separación de líneas espectrales (absorción óptica) por la influencia de un campo magnético, este instrumento mide la intensidad total del campo magnético continuamente, con sensibilidad alta y una exactitud hasta 0,01 gamma, Griem, Susanne. (2007).

3.2.18 Software para el Manejo de Cartosur

El diseño de Cartosur II está al alcance de cualquier software compatible GIS (Sistema de Información Geográfica), pero por el hecho de que la empresa Infoterra es alemana, ERDAS IMAGINE, es el software más adaptado para Cartosur II y presenta un campo de aplicación mas extenso y mas preciso que los otros software en el mercado.

Actualmente no se cuenta en la Gerencia de Ingeniería y Proyecto de un software típico de la Geodesia y Topografía como ERDAS IMAGINE, pero se adquirieron 3 software para el tratamiento de datos Geoexploratorios, que utilizan la información topográfica como soporte para la ubicación, relieve, estructuras etc.

Los software MapInfo 7.5, Encom Discover 5.0, Er Mapper 6.4, forman parte de las herramientas para los programas de prospección geológica regional y estudios de factibilidad para el aprovechamiento de los yacimientos de mineral de Hierro de C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A.

3.2.18.1 Software MapInfo Professional 7.5: es una herramienta global de creación de mapas y que permite el análisis geográfico complejo de la información, distribución geográfica, acceso a datos remotos, almacenamiento de información de campo, elaboración de mapas geológicos de tipo estructural, elaboración de planos geoquímicos, realización del mapeo de vialidad, etc.

3.2.18.2 Software Encom Discover 5.0: este software es un complemento al MapInfo y adecua la herramienta al uso en geología, facilitando los procesos de selección y manipulación de todo tipo de bases de datos geológicas.

3.2.19 Proyecto Cartosur II

Es un proyecto elaborado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar y el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y Recursos Naturales, para actualizar la cobertura topográfica de la parte Sur de Venezuela a la Escala 1:50.000. El Proyecto Cartosur II cubre un 1/3 de Venezuela, la cual abarca la parte Norte del Estado Bolívar y el Estado Delta Amacuro (263.000 Km²), y ha permitido producir un total de 518 mapas a la escala 1:50.000. La información está organizada bajo diversos formatos digitales o en papel.

La Base de Datos creada para este proyecto presenta una estructura que permite no solamente de almacenar toda la información disponible, sino, extraer un tipo de información específica de manera bien estructurada.

Esta Base de datos está conformada por tres (03) tipos de formatos: Vectorial, Ráster y Alfa Numérico; está abierta para permitir su modificación y/o introducción de nueva información. Además está diseñada para permitir su utilización por los software tipo GIS.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de investigación

De acuerdo con los objetivos trazados y pasos a seguir para su desarrollo este trabajo posee niveles de investigación de tipo exploratorio, descriptivo y analítico (Sabino, Carlos 1978). Ya que no solo se va a obtener una visión aproximada de la investigación lo cual nos permite asumir su carácter exploratorio. Se clasifica también dentro del rango descriptivo y analítico ya que se realizó una interpretación y análisis del modelo geofísico generado, clasificando las características observadas.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es de carácter documental, ya que ésta se basa en la recopilación de mapas geológicos, levantamientos aeromagnéticos de la parte Norte del Escudo de la Guayana Venezolana, e información bibliográfica del área de estudio.

Para la elaboración de esta investigación se cumplió con la siguiente metodología (Figura 4.1).

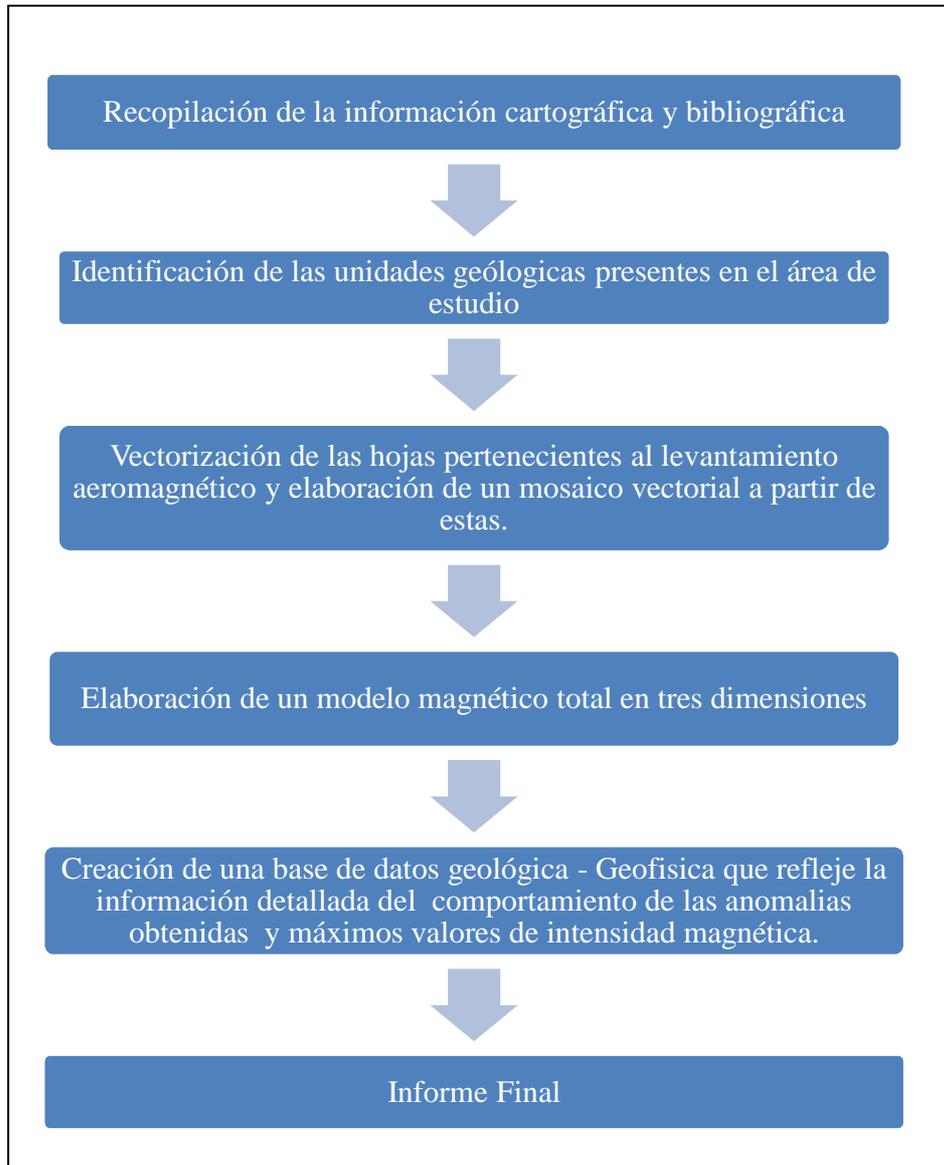


Figura 4.1 Flujograma de metodología.

4.3 Recopilación bibliográfica y cartográfica

Para la ejecución de este trabajo de investigación se recopiló, organizó y revisó la siguiente información tanto bibliográfica como cartográfica perteneciente al área de estudio:

1. Informe de Avance NC-20-15, NB-20-3, (Clima, Geología, Geomorfología, Suelos, Vegetación) Tomo I, II y III de C.V.G TECMIN C.A; 1.991
2. Levantamientos Aerománticos a escala 1:50.000 correspondiente a la Fase IV, con isolíneas de intensidad magnética expresadas en gamma.
3. Mapa geológico-estructural de la zona estudiada a escala 1:250.000.
4. Bibliografía referente a información geológica de la zona estudiada.
- 5 Manuales y guías de los software MapInfo utilizado para la digitalización de los levantamientos aeromagnéticos y la creación del modelo 3D de la zona estudiada.
- 6 Mapa base: Mosaico de radar banda X del Proyecto Cartosur II.

4.4 Identificación de las unidades geológicas presentes en el área de estudio

Primeramente se digitalizaron los plano de la hoja NC-20-15 y NB-20-3 del Informe de Avance de C.V.G TECMIN del año 1991, el cual cuenta con la las

unidades geológicas presentes en la zona de estudio así como sus contactos. Luego de ser digitalizada es vectorizada con ayuda del software MapInfo Professional V-7.5, el cual nos permita contornear con el uso de polilíneas los contactos de cada unidad presente, luego estas polilíneas son convertidas en regiones, las cuales son identificadas con la litologías correspondiente a cada Unidad Geológica construyendo así finalmente el mapa geológico digital.

4.5 Vectorización de las hojas pertenecientes al levantamiento aeromagnético de los años 1959-1961 correspondiente a la fase IV

Antes de iniciar el proceso de registro de cada uno de los levantamientos aeromagnéticos utilizados, los cuales se encontraban referenciados en coordenadas geográficas (CANOA) se procedió a transformar éstas a coordenadas UTM (REGVEN), con la ayuda del programa TRANSFORVEN utilizado por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, ya que ésta referencia se está empleando para unificarla con información nacional (figura 4.2).

El proceso de vectorización se llevó a cabo con el programa MapInfo Professional V- 7.5, donde se le aplicó el procedimiento descrito a continuación a los levantamientos aeromagnéticos con curvas isovalores de intensidad magnética total así como a los mapas geológicos utilizados:

1. Se elige la opción del menú archivo > abrir. MapInfo Professional muestra el cuadro de diálogo abrir. Se selecciona imagen ráster en el selector desplegable archivos de tipo. MapInfo Professional muestra una lista de archivos ráster.

2. Se utiliza la imagen ráster que desea abrir. Aparece un cuadro de diálogo de MapInfo Professional. Se elije registrar. MapInfo Professional muestra un mensaje

preguntando si desea representar la imagen sin registrar. Al utilizar la opción en registro se despliega el cuadro de diálogo registro de una imagen, que contiene la propia imagen en el centro de dicho cuadro de diálogo.

3. Se especifica la proyección del mapa de la imagen completando el cuadro de diálogo elegir una proyección. Al registrar los archivos ráster, la proyección se inicializa como proyección de tabla predeterminada. Para nuestro caso utilizamos la proyección WGS84, coordenadas UTM, pertenecientes a la zona 20, hemisferio Norte.

4. Se coloca el cursor del mouse sobre la vista preliminar de la imagen, en la mitad inferior del cuadro de diálogo, a un punto donde se conozcan las coordenadas de mapa (por ejemplo, longitud/latitud) y se presiona un clic en ese punto de la imagen. MapInfo Professional muestra el cuadro de diálogo agregar un punto de control.

5. Se completa el cuadro de diálogo agregar un punto de control tecleando las coordenadas del mapa que corresponde a la localización del punto, y luego aceptar.

6. Se repiten los pasos 4 y 5 hasta que se hayan introducido por lo menos tres puntos de control. Para asegurar resultados exactos, se introducen cinco o seis puntos de control (ej.: en las imágenes donde no se conozca la proyección, ortofotos). Cada punto de control que se agregue ayudará a que MapInfo Professional asocie coordenadas terrestres con localizaciones más exactas.

7. Se presiona en aceptar cuando se haya terminado de agregar los puntos de control. MapInfo Professional muestra la imagen ráster en la ventana de mapa.

Cuando se completa el cuadro de diálogo registro de una imagen, MapInfo Professional graba en disco la información de registro en un archivo de tabla. En posteriores sesiones, se podrá volver a abrir la tabla eligiendo archivo > abrir, sin repetir el proceso de registro y sin tener que elegir tipo de imagen ráster en el selector desplegable Archivo de tipo.

Luego de realizar todo el procedimiento anterior, se deben crear tres (3) campos, los cuales se generan de la siguiente manera:

1. Se presiona el botón nueva tabla, ubicado en la parte superior izquierda, luego seleccionar crear tabla > crear.

2. Aparece la ventana nueva estructura de tabla, luego se presiona agregar campo y se van introduciendo cada uno de los campos que se muestran a continuación:

Nombre: ID_ISOLINEA, Tipo: Carácter, Ancho: 50.

Nombre: INTENS_MAG, Tipo: Entero.

Nombre: OBSERVACIONES, Tipo: Carácter, Ancho: 254.

3. Se presiona Crear, y de esta forma quedan registrados los campos.

4. Se inicia la Vectorización de las curvas isovalores de intensidad magnética (figura 4.3).

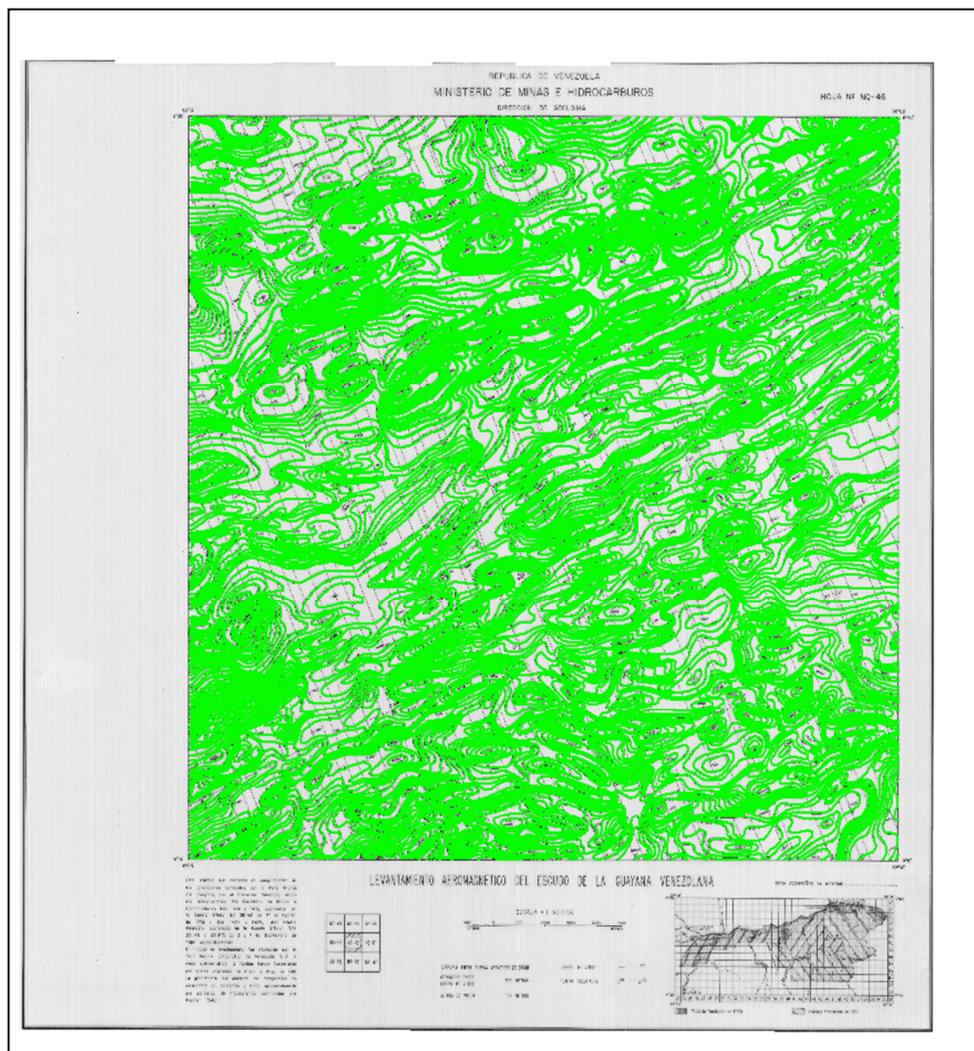


Figura 4.3 Hoja NQ-46 Vectorizada (C.V.G. Ferrominera Orinoco, C.A, 2.005).

4.6 Generación del mosaico de las hojas vectorizadas pertenecientes a la información aeromagnética de la zona de estudio

La creación del mosaico a partir de las curvas de intensidad magnética se hace con la finalidad de tener un mosaico general de la fase, el cual se realiza uniendo las curvas de igual valor de intensidad magnética total de las hojas que conforman la fase. Este ajuste se realiza con el propósito de conformar un mosaico coherente además de reducir errores de cálculos estadísticos.

El mismo se crea con el software MapInfo Professional V-7.5, desplegando toda la información magnética digitalizada y referenciada para luego unir las líneas de igual intensidad magnética. Esto se logra uniendo un extremo de una línea de intensidad magnética con la continua de igual valor, luego se seleccionan ambas y desde la opción objetos del menú en la barra de herramientas seleccionamos combinar. Resultando así la unión de las líneas como una sola.

4.7 Elaboración del modelo magnético total en tres dimensiones

El Modelo magnético es construido a partir del mosaico vectorial, y los datos de cada una de las líneas de intensidad magnética resultando un modelo digital que muestra en diferentes coloraciones cada nivel de intensidad magnética representado por las curvas, cada tonalidad puede ser indicada a criterio propio antes de generarse el modelo magnético.

El modelo se genera con el software MapInfo Professional V-9.1 en conjunto con el software Discoverd 10.0. Para la elaboración del modelo deben seguirse los siguientes pasos:

1. Luego de abrir el software MapInfo Professional V-9.1 presionar la opción de Creat Grip, esta desplegara una ventana, en la misma tendrá un menú donde aparecerán los nombres de los mosaicos vectoriales que estén guardados, se selecciona el mosaico que se desea transformar.

2. Seguidamente en la misma ventana creat grip se selecciona el método que desea se aplique al mosaico para convertir en el modelo. El método utilizado en esta investigación fue Mínima Curvatura.

3. luego en la misma ventana se presiona la opción Grid Geometry, esta mostrara la opción cell size en la que debe colocarse el tamaño que se desea para cada celda.

4. Posteriormente se presiona la opción Output en la cual se seleccionara la carpeta de destino donde se almacenará el modelo una vez generado, seguidamente ya con todos los pasos completados se presiona la opción apply y luego de generarse el modelo se presiona save para guardar.

4.8 Creación de la base de datos geológica – geofísica que refleje la información detallada del comportamiento de las anomalías y los máximos valores magnéticos

Con el fin de identificar y distinguir las anomalías magnéticas en el modelo geofísico se creó un calificativo para cada una de ellas, el cual está estructurado de la siguiente manera:

$$AM-X_n-Y-IV1 \quad (4.1)$$

Donde:

AM: Anomalía Magnética.

X: Representa el número secuencial.

N: Serie que poseen algunas anomalías con un mismo número (A, B, C, D, E).

Y: Rango de la Jerarquización.

IV1: Fase IV área 1 ó 2.

A partir de esta matriz se creó la base de datos la cual tenemos en el capítulo de resultados, incluyendo parámetros como: nombre, hoja magnética, coordenadas UTM REGVEN WGS84, intensidad magnética (V_z máximo) el cual se tomó de cada uno de los perfiles de las anomalías (Figura 4.4), área de la base de la anomalía expresada en kilómetros cuadrados medidas con el programa MAFINFO PROFESSIONAL, eje longitudinal y eje transversal en kilómetros medidos a partir de los perfiles, forma dependiendo si es simétrica o asimétrica, observaciones y ancho medio ($W/2$) o distancia al tope (Z_t) mediante la ecuación siguiente:

$$W/2=Z_t = (| -X/2 | + | +X/2 |)/2 \quad (4.2)$$

Donde:

$W/2$: Ancho Medio

Z_t : Distancia al Tope

$\pm X/2$: Longitud de cada Flanco del Perfil de Anomalía Magnética.

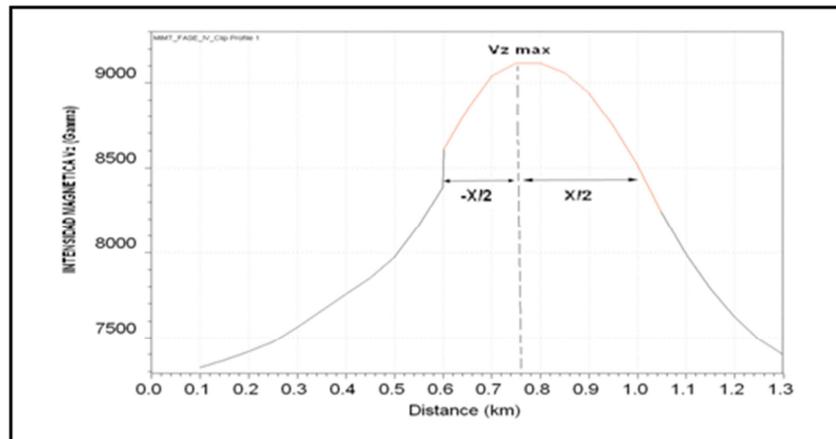


Figura 4.4 Perfil magnético de anomalía de la fase IV (Proyecto de Exploración Regional-C.V.G Ferrominera Orinoco).

Para la determinación del umbral y posterior interpretación de las anomalías magnéticas se utilizaron dos (2) métodos los cuales se describen a continuación:

1. Determinación estadística, las anomalías quedan definidas mediante grupos estadísticos de datos comparándolos dentro del entorno, en general, si los datos son homogéneos, los valores deben seguir una distribución normal. Luego como el valor de fondo magnético se corresponde con la media de la distribución normal o logarítmica normal que sigan los valores, convencionalmente se admite que el límite a partir del cual se consideran valores anómalos está impuesto por la media de la población general más dos o tres veces la desviación típica siendo más o menos restrictivo con la escogencia de una u otra relación para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$A = \mu + n\sigma$$

(4.3)

Donde:

A= Umbral de anomalía magnética.

μ = Media de los valores de intensidad magnética.

n = Variable.

σ = Desviación típica.

$A = \mu + n\sigma$

2. Determinación visual directa, este consiste en gradar con colores los valores magnéticos y observar cuales sobresalen por su magnitud. Este método cobra importancia para la verificación, ya que los valores intensidad magnética total son afectados por la profundidad de enterramiento de los cuerpos.

El proceso de jerarquización de las anomalías magnéticas se llevó a cabo a partir de la base de datos, tomando los parámetros más importantes al momento de clasificar las anomalías magnéticas, para ello se le asignó un porcentaje a cada uno de acuerdo a su relevancia para una posterior verificación de campo, a continuación se presenta la descripción de cada uno de ellos:

1. Forma de la anomalía: a este aspecto se le estableció un 15%, se dio el máximo del porcentaje a las anomalías cuya forma era asimétrica, caso contrario a las simétricas 0%; esto se basa en el hecho de que la génesis de los depósitos de hierro es de carácter sedimentario (Cuarcita Ferruginosa) por lo que dificulta la existencia de depósitos de forma general esférica.

2. Mayor intensidad magnética (V_z máx.): posee el 31% para el valor máximo y 0% para el mínimo, determinado en eje vertical a partir del modelo geofísico 3D

3. Área de la anomalía: está representado por la superficie que cubre la base de las anomalías, el mayor tamaño representa el 31%, mientras que el mínimo el 0%.

4. Factor de anidado: este factor es calculado a partir de la división entre la anomalía evaluada y el número total de anomalías relacionadas o interconectadas dentro del dominio magnético evaluado; el mayor número de anomalías magnéticas anidadas representa el 8% y las que no presenten anidado 0%.

5. Geología: se refiere a la coincidencia o no de las anomalías magnéticas con las formaciones de hierro (BIF); la coincidencia representa el 15%, lo opuesto 0%.

El cálculo del porcentaje de los parámetros de intensidad magnética (Vz), área y factor de anidado se determinaron estableciendo el valor máximo y mínimo de cada uno de ellos; a partir del valor máximo se realizó una regla de tres de la siguiente manera:

Valor Máximo del Parámetro _____	Máximo Porcentaje
Valor de cada Parámetro _____	X

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Identificación de las unidades geológicas presentes en el área

5.1.1 Unidad 1

Secuencia sedimentaria de la Formación Mesa , secuencia de arcillas, limonitas y arenas limolíticas, bien estratificadas, macizas a laminadas generalmente de color rojizo, gravas y arenas no consolidadas en el tope de color marrón rojizo por el óxido de hierro de la Era Cuaternaria (anexo 2/2).

5.1.2 Unidad 5

Representada por aluviones, estos depósitos constituyen aportes recientes de los diferentes ríos y quebradas. Estas zonas están sometidas a inundaciones periódicas en las épocas de lluvia, formándose sedimentos constituidos por arena, arcilla, dando origen a suelos arenosos y en algunos casos se encuentran suelos bien evolucionados (anexo 2/2).

5.1.3 Unidad 1201

Granito de La Encrucijada, de color gris a rosado de grano grueso a medio porfirítico, localmente presenta lineaciones de feldespato potásico (anexo 2/2).

5.1.4 Unidad 2121

La litología característica la constituyen los gneises plagioclasicos-biotíticos, trondjemitas y granodioritas (anexo 2/2).

5.1.5 Unidad 110001

Esta unidad está formada casi en su totalidad por gneises entre los cuales se diferencian gneises miloníticos, cuarzo-feldespático-biotítico, gneises cuarzo-feldespático-biotítico tipo flaser y gneises granatíferos, granulitas félsicas y máficas, anfibolitas de grano de grano medio, granitos y protomilonitas de granodiorita (anexo 2/2).

5.1.6 Unidad 110002

Representada por cuarcitas ferruginosas que se presentan como miembros intercalados en la sucesión estratigráfica de gneises. Las bandas y contactos de las cuarcitas ferruginosas son concordantes con la foliación de los gneises que las encierran (anexo 2/2).

5.1.7 Unidad 212200

Anfibolitas de grano fino a grueso de color gris oscuro, anfibolitas de grano fino a medio de color gris verdoso y con laminaciones de cuarzo de 2mm, algunas presentan almohadillas achatadas, otras son fragmentadas (brechas) tienen afinidad química de toleítas y komatitas (anexo 2/2).

5.2 Vectorización de las hojas pertenecientes al levantamiento aeromagnético

Seguidamente se presentan las hojas del levantamiento aeromagnético que fueron utilizadas, abarcan una porción del estado Bolívar y dentro de la esta zona se encuentran algunos yacimientos conocidos (Tabla 5.1).

**Tabla 5.1 Índice de hojas del levantamiento
Aeromagnético para la zona de estudio.**

Hoja / Numero	44	45	46
NP		vecto rizada	vecto rizada
NQ	vecto rizada	vecto rizada	vecto rizada
NR		vecto rizada	vecto rizada
NS		vecto rizada	vecto rizada

El total de hojas vectorizadas y posteriormente utilizadas para la construcción del modelo geofísico fue de 9

5.3 Generación del mosaico vectorial a partir de las hojas vectorizadas

Se generaron dos mosaicos vectoriales a partir de las hojas de intensidad magnética digitalizadas y vectorizadas; Un modelo pertenece al vuelo realizado en el año 1959 y otro modelo pertenece al vuelo realizado en 1961. No pudieron ser solapados debido a que presentaban variaciones en las líneas de intensidad magnética de un vuelo con respecto al otro en las áreas donde se continuó el mismo. (Figura 5.1)

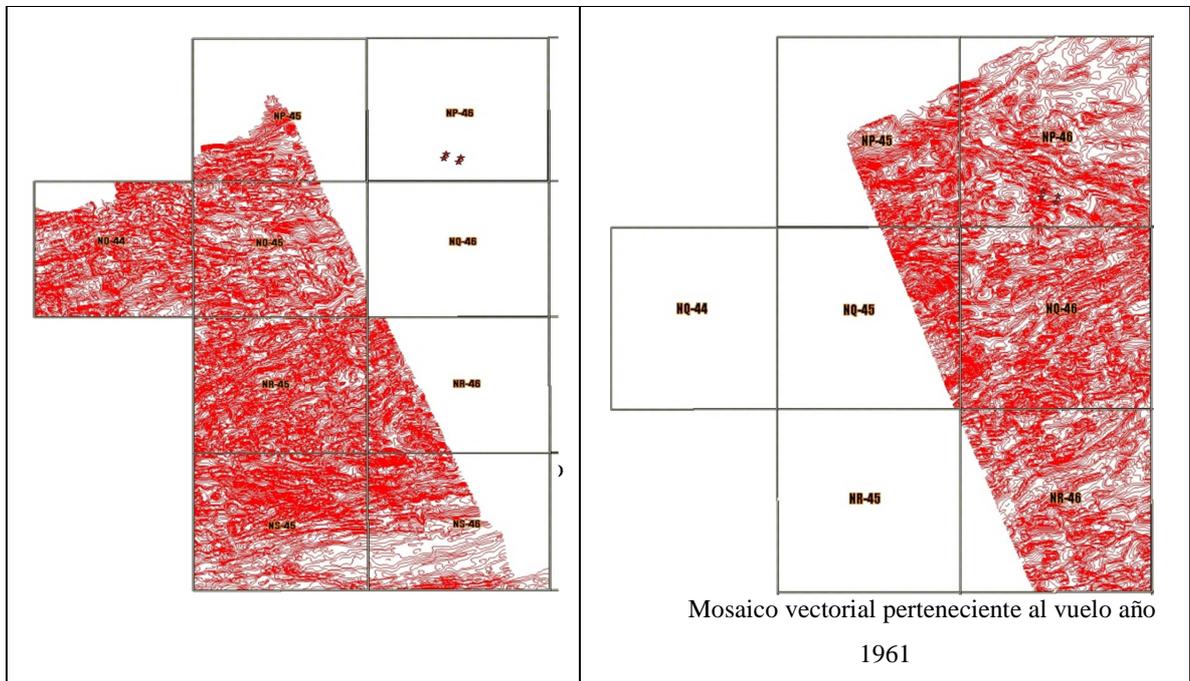


Figura 5.1 Mosaicos vectoriales del área abarcada por la investigación.

5.4 Creación del modelo magnético total del área de estudio

Se generaron los siguientes modelos magnéticos y las respectivas zonas anómalas presentes, en los cuales se tiene una visión en tres dimensiones de la zona estudio. En los siguientes modelos se observan picos de coloración rojiza que corresponden a las zonas de mayor intensidad magnética hasta los menores que presentan coloraciones azules, cada elevación representa una anomalía, en las mismas pueden detallarse diferentes niveles de intensidad magnética que posee esta zona en diferentes puntos. Cada anomalía fue jerarquizada a partir de varios parámetros entre ellas intensidad. (Figura 5.2), (Tabla5.3).

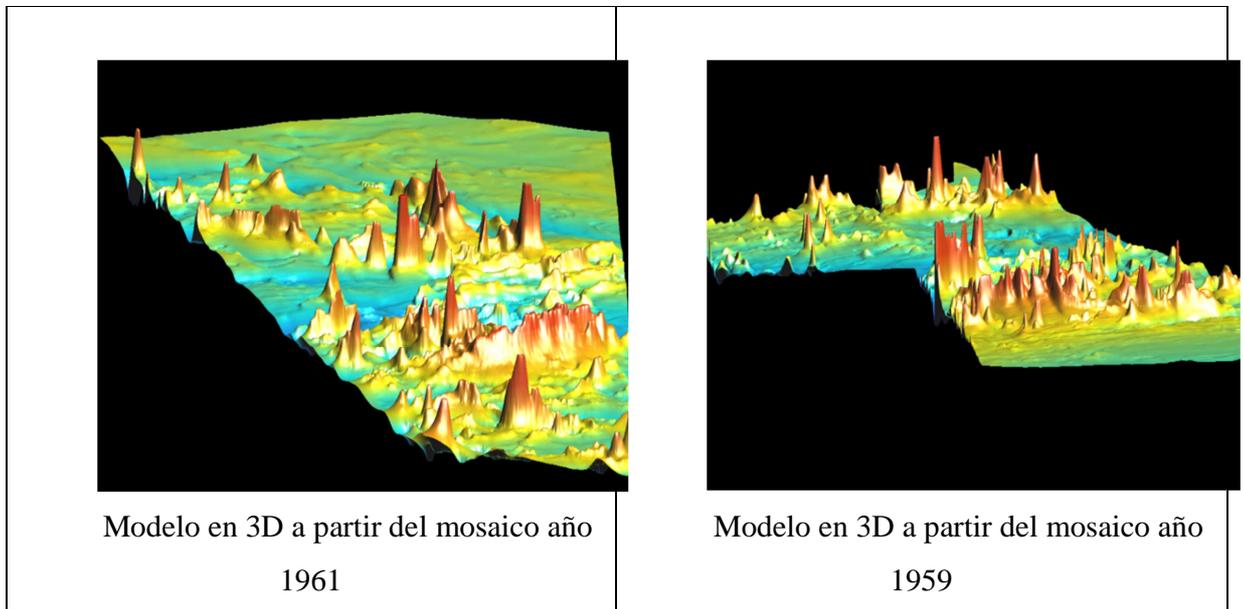


Figura 5.2 modelos magnéticos totales en tres dimensiones.

Se registraron un total de 74 anomalías entre los dos modelos generados (anexo 1).

5.5 Creación de la base de datos geológica - geofísica con información del comportamiento de las anomalías obtenidas y los máximos valores de intensidad magnética

En la siguiente base de datos se muestra información de las anomalías encontradas en el modelo magnético total, cada una fue referenciada con coordenadas este y norte, el mayor número de anomalías se registró hacia el sur de la zona de estudio, hacia las proximidades del distrito ferrífero las grullas. El mayor área abarcada por una anomalía correspondió 829.86 Hectáreas, cada anomalía posee una extensión de área diferente y estas áreas así como las coordenadas de cada anomalía

son obtenidas con el software MapInfo y se utilizan para referenciar con exactitud cada anomalía así como determinar sus dimensiones. (Tabla 5.2).

El mayor valor de intensidad magnética ($V_z \text{ max}$) correspondió a 14600 gamma (AM-193A-IV1). Cada uno de estos valores representa la mayor o menor variación con respecto al umbral, el ($W/2$) ancho medio y forma demarcan la asimetría de los flancos del perfil de cada anomalía la cual nos condujo a un total de 74 anomalías asimétricas.

Cada parámetro referido en la base de datos se genera con la finalidad de jerarquizar las anomalías, lo cual da como resultado la segunda tabulación (Tabla 5.3).

Tabla 5.2 Base de Datos de las Anomalías Magnéticas.

NOMBRE	ES TE	N ORTE	ARE A(Hect)	V z MAX	Zt L = W/2 L(Km)	FORM A	OBSERVACIONES
AM- 141A-00-IV1	56 9 075,00	94 1 500,00	7,5	9 160	0,235	ASIM ETRICA	AL ESTE DE LOS CASTILLOS DE GUAYANA
AM- 142A-00-IV1	56 8 224,99	94 0 000,00	98,24	9 880	0,855	ASIM ETRICA	AL SUR-ESTE DE LOS CASTILLOS DE GUAYANA
AM- 143A-00-IV1	56 1 650,00	93 8 874,99	13,25	8 590	0,32	ASIM ETRICA	AL ESTE DE LAGUNA CARPINTERO
AM- 144A-00-IV1	56 0 300,00	93 7 375,00	140,74	1 1600	0,9	ASIM ETRICA	AL NORTE DEL AMPARO
AM- 145A-00-IV1	54 4 700,00	93 1 025,00	8,99	8 660	0,195	ASIM ETRICA	AL ESTE DEL RIO PLATANAL- NOR-ESTE SAN FELIX
AM- 146A-00-IV1	55 5 825,00	93 3 675,00	67,74	9 050	0,57	ASIM ETRICA	AL NOR-OESTE DEL AMPARO
AM- 147A-00-IV1	55 9 150,00	93 3 475,00	5,74	8 550	0,17	ASIM ETRICA	AL SUR DEL AMPARO
AM- 148A-00-IV1	56 6 800,00	93 4 899,99	176,49	1 0180	1,55	ASIM ETRICA	AL SUR-OESTE DE EL SUPAMO-SIERRA IMATACA
AM- 149A-00-IV1	56 6 125,00	93 3 825,00	16	8 540	0,25	ASIM ETRICA	AL SUR-OESTE DE EL SUPAMO-SIERRA IMATACA
AM- 150A-00-IV1	57 2 300,00	93 4 775,00	191,49	1 0190	0,81	ASIM ETRICA	AL SUR DEL SUPAMO
AM- 151A-00-IV1	54 1 775,00	92 4 225,00	8,99	8 690	0,22	ASIM ETRICA	SAN FELIX- AL NORTE DE CHIRICA
AM- 152A-00-IV1	54 4 100,00	92 1 249,99	9,24	8 620	0,295	ASIM ETRICA	SAN FELIX- AL SUR-ESTE DE LA ZONA INDUSTRIAL CHIRICA
AM-	56	91	77,75	9	0,65	ASIM	AL SUR-ESTE DEL ASENTAMIENTO LOS CULIES

153A-00-IV1	1 450,00	0 525,00		620		ETRICA	
AM- 154A-00-IV1	55 8 675,00	90 8 124,99	45,25	8 600	0,605	ASIM ETRICA	AL SUR DE LOS CULIES- HATO LA PERA
AM- 155A-00-IV1	56 0 175,00	90 4 950,00	38	1 0300	0,32	ASIM ETRICA	AL NOR-ESTE DE LOS ROSOS
AM- 156A-00-IV1	57 5 475,00	90 9 325,00	6	8 580	0,23	ASIM ETRICA	AL SUR ESTE DEL ASENTAMIENTO LOS CULIES
AM-156B- 00-IV1	57 6 300,00	90 9 799,99	5,24	8 700	0,15	ASIM ETRICA	AL SUR ESTE DEL ASENTAMIENTO LOS CULIES
AM-156C- 00-IV1	57 4 274,99	90 8 575,00	15,49	9 020	0,31	ASIM ETRICA	AL SUR ESTE DEL ASENTAMIENTO LOS CULIES
AM- 157A-00-IV1	57 7 425,00	90 9 725,00	11	8 650	0,245	ASIM ETRICA	AL SUR ESTE DEL ASENTAMIENTO LOS CULIES
AM- 158A-00-IV1	57 4 725,00	90 7 249,99	0,99	8 480	0,09	ASIM ETRICA	AL SUR DE LOS MAMONALES

Continuación Tabla 5.2 Base de Datos de las Anomalías Magnéticas.

NOMBRE	ES TE	N ORTE	AREA A(Hect)	V z MAX	Zt L = W/2 L(Km)	FORMA	OBSERVACIONES
AM-159A-00-IV1	57 3 450,00	90 5 850,00	6,74	8 580	0,25	ASIM ETRICA	AL SUR DE LOS MAMONALES
AM-160A-00-IV1	57 2 550,00	90 2 550,00	1,75	8 560	0,09	ASIM ETRICA	AL NORTE DE LA SABANA LA QUESERA
AM-160B-00-IV1	57 2 275,00	90 2 224,99	5	8 570	0,21	ASIM ETRICA	AL NORTE DE LA SABANA LA QUESERA
AM-161A-00-IV1	57 6 774,99	90 2 574,99	60,5	9 020	1,01	ASIM ETRICA	PERTENECE AL CERRO LAS TETAS
AM-162A-00-IV1	56 7 525,00	89 7 125,00	26,74	9 220	0,46	ASIM ETRICA	AL SUROESTE SABANA LA QUESERA
AM-163A-00-IV1	57 3 775,00	89 3 150,00	84,74	9 100	0,55	ASIM ETRICA	PERTENECE AL CERRO LA MINA
AM-164A-00-IV1	58 1 174,99	89 5 499,99	8,99	8 570	0,26	ASIM ETRICA	AL ESTE DE LA QUEBRADA LA MINA
AM-165A-00-IV1	59 3 025,00	88 8 200,00	20	8 570	0,32	ASIM ETRICA	SURESTE SERRANIA DE IMATACA
AM-166A-00-IV1	58 9 050,00	88 5 825,00	60,74	8 630	0,515	ASIM ETRICA	LOMA CORRAL VIEJO-NORTE QUEBRADA LA BOLSA
AM-167A-00-IV1	58 2 825,00	88 5 424,99	31,75	1 0550	0,345	ASIM ETRICA	AL NORESTE EMBALSE LAS DELICIAS
AM-168A-00-IV1	56 9 137,70	88 9 014,06	76,39	8 950	0,85	ASIM ETRICA	4,5 KM AL NORESTE DE UPATA
AM-168B-00-IV1	56 7 150,00	88 8 991,97	112,3 5	9 120	1,3	ASIM ETRICA	1,94 KM AL NORESTE DE UPATA
AM-168C-	57	88	246,0	9	1,5	ASIM	5,53 KM AL NORESTE DE UPATA

00-IV1	1 026,55	9 354,76	4	140		ETRICA	
AM- 168D-00-IV1	56 7 567,25	88 8 230,37	156,8 7	9100	1,18	ASIM ETRICA	1,65 KM AL NORESTE DE UPATA
AM- 169A-00-IV1	57 1 275,00	88 6 475,00	10,74	9 070	2,75	ASIM ETRICA	AL ESTE DE UPATA
AM- 170A-00-IV1	56 8 250,00	88 6 725,00	128,9 9	8 950	0,67	ASIM ETRICA	AL ESTE DE UPATA
AM- 171A-00-IV1	57 9 975,00	87 7 350,00	11,74	8 560	0,27	ASIM ETRICA	PERTENECE CERRO SANTA MARIA
AM- 172A-00-IV1	58 2 925,00	87 8 000,00	339,9 9	9 620	1,08	ASIM ETRICA	AL ESTE DEL CERRO SANTA MARIA
AM- 173A-00-IV1	58 5 125,00	87 8 649,99	20,99	8 530	0,29	ASIM ETRICA	PERTENECE AL CERRO CURAGUAL
AM- 174A-00-IV1	56 7 000,00	94 6 700,00	19,99	9 610	0,12	ASIM ETRICA	AL NORESTE DE LOS COCOS-EDO MONAGAS

Continuación Tabla 5.2 Base de Datos de las Anomalías Magnéticas

E	NOMBR E	N	AR	V	Zt L = W/2	FOR	OBSERVACIONES	
	STE	ORTE	EA(Hect)	z MAX	L(Km)	MA		
	AM- 175A-00-IV1	5 74 500,00	9 40 900,00	19, 99	9 100	0,33	ASIM ETRICA	AL ESTE DE LOS CASTILLOS DE GUAYANA
	AM- 176A-00-IV1	5 93 400,00	9 45 500,00	16	8 670	0,26	ASIM ETRICA	PERTENECE AL CERRO PIACOA
	AM- 177A-00-IV1	5 93 500,00	9 41 900,00	95, 99	9 800	0,98	ASIM ETRICA	AL SUR DEL CERRO PIACOA
	AM- 178A-00-IV1	5 93 399,99	9 38 099,99	316	1 0580	1,5	ASIM ETRICA	AL ESTE DEL SUPAMO
	AM- 179A-00-IV1	5 93 399,99	9 34 899,99	64	9 480	0,56	ASIM ETRICA	A APROXIMADAMENTE 13 KM AL SUR DE PIACOA
	AM- 180A-00-IV1	5 97 400,00	9 34 200,00	44	9 350	0,53	ASIM ETRICA	A APROXIMADAMENTE 14 KM AL SUR DE PIACOA
	AM- 181A-00-IV1	6 00 400,00	9 35 700,00	27, 99	8 680	0,23	ASIM ETRICA	APROX 11.30 KM AL SURESTE DE CERRO PIACOA
	AM- 181B-00-IV1	6 01 400,00	9 35 199,99	191 ,99	1 0900	1,17	ASIM ETRICA	APROXI 12.30 KM AL SURESTE DE CERRO PIACOA
	AM- 182A-00-IV1	5 90 500,00	9 29 199,99	208	1 4600	1,4	ASIM ETRICA	APROXIIMADAMENTE 20 KM AL SURESTE DE EL SUPAMO
	AM- 183A-00-IV1	5 87 600,00	9 29 400,00	39, 99	9 350	0,51	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 22 KM AL SURESTE DE EL SUPAMO
	AM- 184A-00-IV1	5 79 300,00	9 33 100,00	83, 99	8 950	0,83	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 10 KM AL SURESTE DE EL SUPAMO
	AM- 185A-00-IV1	5 72 200,00	9 33 100,00	19, 99	8 970	0,31	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 6 KM AL SUR DE EL SUPAMO

AM-186A-00-IV1	5 83 500,00	9 20 499,99	12 860	8	0,27	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 17KM AL ESTE DE LOS CULIES
AM-187A-00-IV1	5 83 200,00	9 11 800,00	23, 99	8 980	0,81	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 16KM AL ESTE DE LOS CULIES
AM-188A-00-IV1	5 91 199,99	9 10 200,00	227 ,99	9 930	1,5	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 20KM AL ESTE DE LOS CULIES
AM-189A-00-IV1	5 94 500,00	9 10 300,00	243 ,99	1 0800	1,65	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 23KM AL ESTE DE LOS CULIES
AM-190A-00-IV1	5 96 199,99	9 09 900,00	31, 99	8 950	0,55	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 36KM AL NORESTE DE UPATA
AM-191A-00-IV1	5 97 600,00	9 09 600,00	39, 99	8 950	0,47	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 37KM AL NORESTE DE UPATA
AM-192A-00-IV1	6 02 862,88	9 12 462,50	360 ,35	1 0200	1,7	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 30KM AL NORESTE DE EL PALMAR
AM-192B-00-IV1	6 02 500,00	9 11 200,00	39, 99	8 930	0,67	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 30KM AL NORESTE DE EL PALMAR

Continuación Tabla 5.2 Base de Datos de las Anomalías Magnéticas.

NOMBR E	ES TE	N ORTE	AR EA(Hect)	V z MAX	Zt L = W/2L(Km)	FOR MA	OBSERVACIONES
AM- 192C-00-IV1	60 5 624,99	91 2 099,99	600, 64	1 0100	3,2	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 30KM AL NORESTE DE EL PALMAR
AM- 193A-00-IV1	59 7 475,32	90 5 145,03	829, 89	1 0000	2,4	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE A 29,50KM AL NOROESTE DEL PALMAR
AM- 193B-00-IV1	60 0 662,50	90 7 100,00	367, 21	1 0500	1,15	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE A 28,50KM AL NOROESTE DEL PALMAR
AM- 193C-00-IV1	60 3 587,50	90 8 600,18	457, 57	1 0500	1,45	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE A 28KM AL NOROESTE DEL PALMAR
AM- 193D-00-IV1	60 5 975,00	91 0 578,43	148, 1	9 550	1,05	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE A 29,50KM AL NOROESTE DEL PALMAR
AM- 193E-00-IV1	59 4 522,57	90 5 707,53	124, 79	9 520	0,95	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE A 32KM AL NOROESTE DEL PALMAR
AM- 194A-00-IV1	59 3 000,00	90 3 699,99	44	8 980	0,95	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 31KM AL NORESTE DE UPATA
AM- 195A-00-IV1	58 4 700,00	90 4 400,00	63,9 9	9 030	0,61	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 25KM AL NORESTE DE UPATA
AM- 196A-00-IV1	59 4 600,00	89 4 600,00	71,9 9	9 020	1,03	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 25KM AL NORESTE DE EL PALMAR
AM- 197A-00-IV1	59 1 100,00	89 2 400,00	7,99	8 550	0,12	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 29KM AL NORESTE DE EL PALMAR
AM- 198A-00-IV1	59 9 400,00	89 2 299,99	176	1 1200	1,65	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE 20KM AL NORESTE DE EL PALMAR
AM- 199A-00-IV1	59 2 000,00	88 5 300,00	155, 99	9 900	0,9	ASIM ETRICA	LOMA GUATACARAL
AM-	60	88	84	9	0,95	ASIM	APROXIMADAMENTE A 10KM AL ESTE DEL PALMAR

200A-00-IV1	9 500,00	9 699,99		900		ETRICA	
AM- 201A-00-IV1	60 7 699,99	88 6 000,00	16	8 900	0,33	ASIM ETRICA	APROXIMADAMENTE A 11KM AL ESTE DEL PALMAR

A continuación se muestran valores porcentuales de Geología que van desde 15% los cuales corresponden a las anomalías que coinciden geográficamente con cuarcitas ferruginosas y las anomalías con valores de cero por ciento corresponden a otras litologías que no son del interés de esta investigación. Se otorgo un 31% como estimado porcentual de la mayor área correspondiente a las anomalías, el menor área correspondió a un 0.04%, a su vez el Vz max fue promediado en un valor porcentual de 31% al mayor valor cuya intensidad arrojó 14600 gamma. La forma de cada anomalía representa un 15% para las anomalías asimétricas y cero por ciento para las anomalías simétricas y junto al factor de anidado que corresponde a las anomalías que se encontraban tan cercanas que parecía pertenecer a una sola se le otorgo un valor de 8% para el mayor numero de anomalías anidadas que correspondió a 5 anomalías, lo cual suma 100% total de todos los parámetros utilizados. (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Jerarquización de las Anomalías Magnéticas.

NOMBR E	GEOLO GIA %	A REA %	VZ MAX %	FACTOR ANIDADO %	FO RMA %	TO TAL %
AM- 141A-C-IV1	15	0, 28	19,4 5	0	15	49, 73
AM- 142A-C-IV1	15	3, 67	20,9 8	0	15	54, 65
AM- 143A-D-IV1	0	0, 49	18,2 4	0	15	33, 73
AM- 144A-C-IV1	0	5, 26	24,6 3	0	15	44, 89
AM- 145A-D-IV1	0	0, 34	18,3 9	0	15	33, 72
AM- 146A-D-IV1	0	2, 53	19,2 2	0	15	36, 75
AM- 147A-D-IV1	0	0, 21	18,1 5	0	15	33, 37
AM- 148A-C-IV1	0	6, 59	21,6 2	0	15	43, 21
AM- 149A-D-IV1	0	0, 60	18,1 3	0	15	33, 73
AM-	0	7, 7	21,6 7	0	15	43, 43

150A-C-IV1		15	4			79
AM-151A-D-IV1	0	0,34	18,45	0	15	33,79
AM-152A-D-IV1	0	0,35	18,30	0	15	33,65
AM-153A-C-IV1	15	2,90	20,43	0	15	53,33
AM-154A-C-IV1	15	1,69	18,26	0	15	49,95
AM-155A-C-IV1	15	1,42	21,87	0	15	53,29
AM-156A-C-IV1	15	0,22	18,22	4,8	15	53,24
AM-156B-C-IV1	15	0,20	18,47	4,8	15	53,47

Continuación tabla 5.3

NOMBRE	GEOLOGIA %	AR EA %	VZ MAX %	FACTOR ANIDADO %	FOR MA %	TO TAL %
AM-156C-C-IV1	15	0,58	19,15	4,8	15	54,53
AM-157A-C-IV1	15	0,41	18,37	0	15	48,78
AM-158A-C-IV1	15	0,04	18,01	0	15	48,04
AM-159A-C-IV1	15	0,25	18,22	0	15	48,47
AM-160A-C-IV1	15	0,07	18,18	3,2	15	51,44
AM-160B-C-IV1	15	0,19	18,20	3,3	15	51,68
AM-161A-C-IV1	15	2,26	19,15	0	15	51,41
AM-162A-C-IV1	15	1,00	19,58	0	15	50,58
AM-163A-C-IV1	15	3,17	19,32	0	15	52,49
AM-164A-D-IV1	0	0,34	18,20	0	15	33,53
AM-165A-D-IV1	0	0,75	18,20	0	15	33,94

AM-166A-C-IV1	15	2,2 7	18, 32	0	15	50, 59
AM-167A-D-IV1	0	1,1 9	22, 40	0	15	38, 59
AM-168A-C-IV1	15	2,8 5	19, 00	6,4	15	58, 26
AM-168B-C-IV1	15	4,2 0	19, 36	6,4	15	59, 96
AM-168C-B-IV1	15	9,1 9	19, 41	6,4	15	65, 00
AM-168D-B-IV1	15	5,8 6	19, 32	6,4	15	61, 58
AM-169A-D-IV1	0	0,4 0	19, 26	0	15	34, 66
AM-170A-D-IV1	0	4,8 2	19, 00	0	15	38, 82
AM-171A-D-IV1	0	0,4 4	18, 18	0	15	33, 61
AM-172A-C-IV1	0	12, 70	20, 43	0	15	48, 13
AM-173A-D-IV1	0	0,7 8	18, 11	0	15	33, 90
AM-174A-D-IV1	0	0,7 5	20, 40	0	15	36, 15
AM-175A-D-IV1	0	0,7 5	19, 32	0	15	35, 07
AM-176A-C-IV1	15	0,6 0	18, 41	0	15	49, 01
AM-177A-C-IV1	15	3,5 9	20, 81	0	15	54, 39
AM-178A-C-IV1	0	11, 80	22, 46	0	15	49, 27
AM-179A-C-IV1	15	2,3 9	20, 13	0	15	52, 52
AM-180A-C-IV1	15	1,6 4	19, 85	0	15	51, 50
AM-181A-C-IV1	15	1,0 5	18, 43	3,2	15	52, 68
AM-181B-B-IV1	15	7,1 7	23, 14	3,2	15	63, 52
AM-182A-B-IV1	15	7,7 7	31, 00	0	15	68, 77

AM- 183A-D-IV1	0	1,4 9	19, 85	0	15	36, 35
AM- 184A-C-IV1	15	3,1 4	19, 00	0	15	52, 14
AM- 185A-C-IV1	15	0,7 5	19, 05	0	15	49, 79
AM- 186A-C-IV1	15	0,4 5	18, 81	0	15	49, 26
AM- 187A-D-IV1	0	0,9 0	19, 07	0	15	34, 96
AM- 188A-C-IV1	15	8,5 2	21, 08	0	15	59, 60
AM- 189A-B-IV1	15	9,1 1	22, 93	0	15	62, 05
AM- 190A-C-IV1	15	1,1 9	19, 00	0	15	50, 20
AM- 191A-C-IV1	15	1,4 9	19, 00	0	15	50, 50
AM- 192A-B-IV1	15	13, 46	21, 66	4,8	15	69, 92
AM- 192B-C-IV1	15	1,4 9	18, 96	4,8	15	55, 25

Continuación Tabla 5.3

NOMBRE	GEOL OGIA %	AR EA %	VZ MAX %	FACTOR ANIDADO %	FOR MA %	TO TAL %
AM- 192C-B-IV1	15	22, 44	21, 45	4,8	15	78, 68
AM- 193A-A-IV1	15	31, 00	21, 23	8	15	90, 23
AM- 193B-B-IV1	15	13, 72	22, 29	8	15	74, 01
AM- 193C-B-IV1	15	17, 09	22, 29	8	15	77, 39
AM- 193D-B-IV1	15	5,5 3	20, 28	8	15	63, 81
AM- 193E-B-IV1	15	4,6 6	20, 21	8	15	62, 88
AM- 194A-C-IV1	15	1,6 4	19, 07	0	15	50, 71
AM- 195A-C-IV1	15	2,3 9	19, 17	0	15	51, 56
AM- 196A-D-IV1	0	2,6 9	19, 15	0	15	36, 84
AM- 197A-C-IV1	15	0,3 0	18, 15	0	15	48, 45
AM- 198A-C-IV1	0	6,5 7	23, 78	0	15	45, 36
AM- 199A-C-IV1	0	5,8 3	21, 02	0	15	41, 85
AM- 200A-D-IV1	0	3,1 4	21, 02	0	15	39, 16
AM- 201A-D-IV1	0	0,6 0	18, 90	0	15	34, 49

Para realizar una discriminación detallada de los porcentajes de cada parámetro en la jerarquización, los rangos de valores se obtuvieron cada 20% como se muestra a continuación (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Rangos de la Jerarquización.

TIP O	RANGOS % TOTAL	#
A	80 - 100	1
B	60 - 79	11
C	40 - 59	41
D	20 - 39	21
E	0 - 19	0

Tabla 5.5 Datos Estadísticos Utilizados para el Cálculo del Umbral de Anomalía.

Modelo I (AM-141 hasta AM-173)	
Media	7191,59
Varianza	407129,59
Desviación Estándar	638,067
Variable	2
Umbral Resultante	8467,694
Modelo II (AM-174 hasta AM-201)	
Media	7076,46
Varianza	604404,97
Desviación Estándar	777.435
Variable	2
Umbral Resultante	8631,33

A continuación se muestra un diagrama con el resultado final de la jerarquización de las anomalías resultantes en el área de estudio (Figura 5.3)

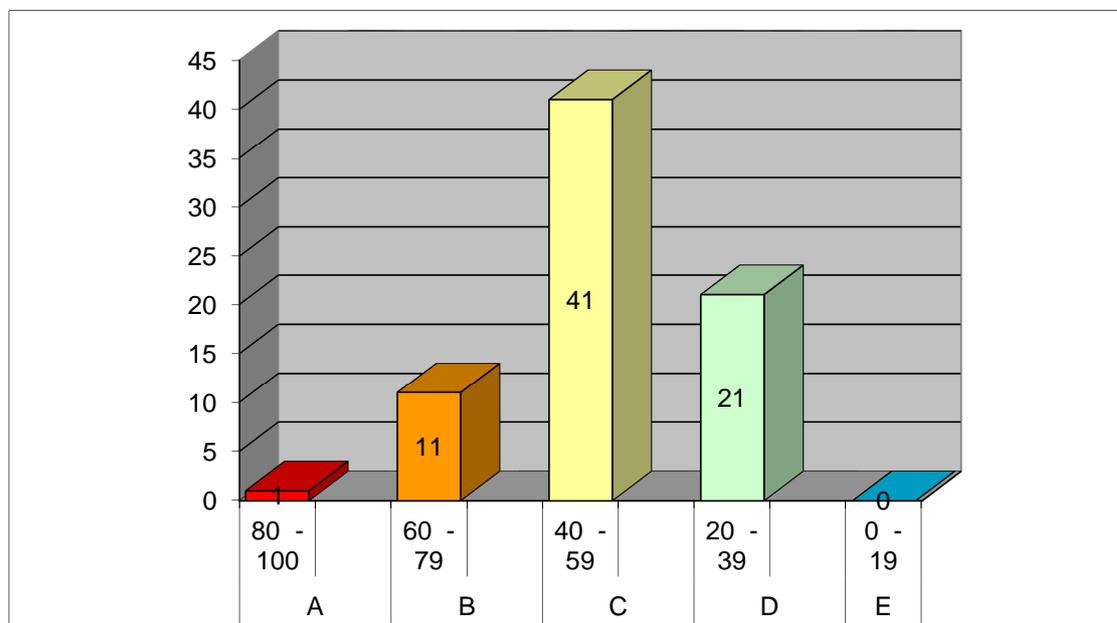


Figura 5.3 Diagrama de resultados de jerarquización de anomalías.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Dentro del área de estudio es factible la exploración de mineral de hierro ya que se encuentran numerosas formaciones pertenecientes a cuarcitas ferruginosas que abarcaban áreas con significativas dimensiones.

2. La información magnética registrada en el vuelo realizado en el año 1959 presenta variaciones con respecto a la información obtenida en el vuelo del año 1961, por lo que no puede generarse un solo modelo completo en esta área.

3. La variable de restricción utilizada para la obtención del umbral para ambos modelos es apropiada ya que permite una selección más exacta del valor anómalo y la variación del umbral entre los dos modelos generados fue muy bajo.

4. Las Anomalías generadas en el modelo coinciden en muchos casos con las cuarcitas ferruginosas identificadas en el mapa geológico lo que es un excelente indicio para la exploración a fondo.

5. Las anomalías más importantes son aquellas cuyos valores se encuentran por encima de un rango del 60%, lo cual las hace principal foco de estudio para próximas etapas de exploración.

6. Se consideraron como más importantes aquellas anomalías que se encontraron en los rangos A, B y C, ya que poseen los mayores valores de intensidad magnética y también abarcan grandes superficies.

7. Existen formaciones con intensidades magnéticas mayores a la de algunas cuarcitas ferruginosas por lo que deben ser tomados en cuenta todos los parámetros mencionados para la jerarquización.

8. El modelo magnético y los métodos aplicados para la realización del mismo tienen factibilidad ya que se registraron anomalías correspondientes a yacimientos de mineral de hierro ya conocidos.

Recomendaciones

1. A C.V.G FERROMINERA ORINOCO C.A actualizar la información magnética con un nuevo vuelo en el área comprendida por la fase IV que permita realizar un mosaico vectorial completo para la realización del modelo magnético total de toda el área.

2. A C.V.G FERROMINERA ORINOCO C.A solicitarle a C.V.G TECMIN C.A la información magnética faltante de la fase IV para terminar por completo el análisis de la misma.

3. A C.V.G FERROMINERA ORINOCO C.A solicitar nuevas licencias de los software utilizados, para acelerar el trabajo de investigación restante en las cuatro fases del Proyecto de Exploración Regional de mineral de hierro.

4. A C.V.G FERROMINERA ORINOCO C.A realizar sondeos geoexploratorios en las anomalías que conforman el rango de factibilidad A y B para obtener más información de las mismas.

5. A C.V.G FEROMINERA ORINOCO C.A realizar una investigación sobre los valores anómalos que no correspondían con cuarcitas ferruginosas, para determinar que mineral y que concentración del mismo arroja estos valores.

REFERENCIAS

Ascanio G. (1.981). **YACIMIENTOS DEL MINERAL DE HIERRO DEL PRECAMBRICO DE VENEZUELA.** Informe Interno C.V.G Ferrominera Orinoco C.A. Libro 2. pp. 15-16.

Chase, R.L. (1965) **EL COMPLEJO DE IMATACA, LA ANFIBOLITA DE PANAMO Y LA TRONJEMITA DE GURI ESTADO BOLÍVAR.** Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Volumen VII N° 13, Caracas, Venezuela pp 105-215.

Corporación Venezolana de Guayana, **TECNICA MINERA.** S.A. (1991). **INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO INVENTARIO RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN GUAYANA NC-20-15 Y NB-20-3.** Tomo I. Clima, Geología, Geomorfología, Suelo y Vegetación. Gerencia de Proyectos Especiales. Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana, p 275.

Dobrin, Milton B (1961). **INTRODUCCIÓN A LA PROSPECCIÓN GEOFÍSICA.** Omega, Barcelona, España, pp 12, 75-93, 128-173.

Guilloux, Louis (2005). **INFORME DE AVANCE DEL PROYECTO DE EXPLORACION REGIONAL.** C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A. Gerencia General de Proyecto y Construcción. Coordinación de Investigación y Desarrollo de Yacimientos, p 44.

Griem, Susanne (1999). **MÉTODO MAGNÉTICO**. 26 de diciembre de 2007, [<http://www.geovirtual.cl/EXPLORAC/TEXT/05003-05002magnet.htm>].

Griem Wolfgang, Griem Susanne, (1999). **MÉTODOS GEOFÍSICOS II**, 26 de diciembre de 2007, [<http://www.geovirtual.cl/geologiageneral/ggcap01e.htm>].

Kallioskoski, J. (1965) **GEOLOGÍA DE LA PARTE NORTE CENTRAL DEL ESCUDO**

DE GUAYANA: Ministerio de Energía y Minas, Boletín de Geología Vol VII, N° 13. Caracas-Venezuela.

Mendoza Kenneth (2.003). **ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LOS PLANES ANUALES DE MINAS DE C.V.G. FERROMINERA ORINOCO C.A.** Durante el periodo 1.997-2.001. Universidad de Oriente escuela de Ciencias de la Tierra Ciudad Bolívar. Venezuela pp 14-16,21-29,40-41.

Mendoza, Vicente (2005). **ESCUDO DE GUAYANA, ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE**, Tomo I, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Venezuela. pp 46-61, 73-102, 160-170, 223-230.

Menéndez, A. (1968) **REVISIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA DE LA PROVINCIA DE PASTORA, SEGÚN EL ESTUDIO DE LA REGIÓN DE GUASIPATI, GUAYANA VENEZOLANA.** Boletín de Geología Volumen X, N° 19, Caracas, Venezuela pp 309-338.

Parasnis, D.S. (1.971). **GEOFÍSICA MINERA**. Segunda edición, Madrid, España, pp 37, 41, 47, 60.

Sabino, Carlos (1978) **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN**
Primera Edición, Caracas,
Venezuela, pp 10-14.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	INTERPRETACIÓN DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNÉTICO DE LOS AÑOS 1959-1961 EN LA PARTE OESTE DE LA FASE IV DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN DE YACIMIENTOS DE MINERAL DE HIERRO EN LA PROVINCIA GEOLÓGICA DE IMATACA-ESTADO BOLÍVAR.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Moya D. Jesus G.	CVLAC	16.394.935
	e-mail	Jesudmg84@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

INTERPRETACIÓN DEL LEVANTAMIENTO
AEROMAGNÉTICO DE LOS AÑOS 1959-1961
LA PARTE OESTE
YACIMIENTOS DE MINERAL DE HIERRO

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias de la Tierra	Geología

Resumen (abstract):

El área de estudio se encuentra ubicada en el Estado Bolívar, delimitando al Norte con el río Orinoco, al Sur con la Falla de Gurí, se encuentra delimitada al Oeste por la autopista de Upata y al Este por la población de Piacoa en el estado Delta Amacuro. Cubre una superficie de 367.025,62 hectáreas aproximadamente. El objetivo general de este trabajo es interpretar el levantamiento aeromagnético de los años 1959-1961 en la parte Oeste de la fase IV del Proyecto de exploración de yacimientos de mineral de hierro de la Provincia Geológica de Imataca-Estado Bolívar. La metodología aplicada se basa en la vectorización de información magnética contenida en las hojas NP-45, NP-46, NQ-44, NQ-45, NQ-46, NR-45, NR-46, NS-45, NS-46 de los levantamientos aeromagnéticos pertenecientes a los años 1959-1961, luego realizar un mosaico vectorial con la información digitalizada y vectorizada para posteriormente generar un modelo magnético total en tres dimensiones que señale las zonas anómalas que en conjunto con la información geológica digitalizada, nos proporcione indicios de nuevos prospectos para la explotación de mineral de hierro. Ésta investigación arrojó un total de 74 anomalías magnéticas de intensidad total, el mayor valor anómalo (Vz max) corresponde a 14600 Gamma y el menor valor 8480 gamma, ambos casos coinciden litológicamente con cuarcita ferruginosa. De las 74 anomalías registradas, un total de 28 anomalías no coinciden con cuarcita ferruginosa, dejando un total de 46 que litológicamente coinciden con cuarcita ferruginosa. Todas las anomalías fueron jerarquizadas en una secuencia de rentabilidad que va desde la tipo (A) como anomalía potencialmente rentable, hasta la tipo (E) como las anomalías de poca rentabilidad, resultando así en dicha jerarquización un total de: 1 anomalía del tipo A, 11 de tipo B (buena rentabilidad), 41 de tipo C (rentabilidad media), 21 de tipo D (baja rentabilidad) y cero de tipo E. El estudio finalmente arrojó tres anomalías que coinciden con yacimientos ya conocidos, lo cual indica factibilidad de los resultados, la anomalía (AM-193A-A-IV1) la cual dio las mejores características como posible prospecto de mineral de hierro, no es conocida como yacimiento en la actualidad.

 Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5
Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Abud Jorge	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	4.984.842
	e-mail	
	e-mail	
Hernández Alva	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Zerpa Wilmer	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	4.485.703
	e-mail	
	e-mail	
Salazar Edixon	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	4.910.127
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2010	06	11

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Interpretación del Levantamiento.doc	Application/msword

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: Ferrominera (Opcional)

Temporal: 8 Años (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

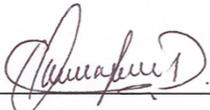
Área de Estudio: Departamento de Geología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado
 “Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
 Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
 fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
 quien lo participara al Consejo Universitario”



Br. Jesús Moya
AUTOR 1

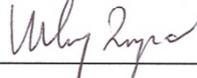
AUTOR 2

AUTOR 3



Prof. Jorge Abud
TUTOR

AUTOR 4



Prof. Wilmer Zerpa
JURADO 1



Prof. Edixon Salazar
JURADO 2



POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:



