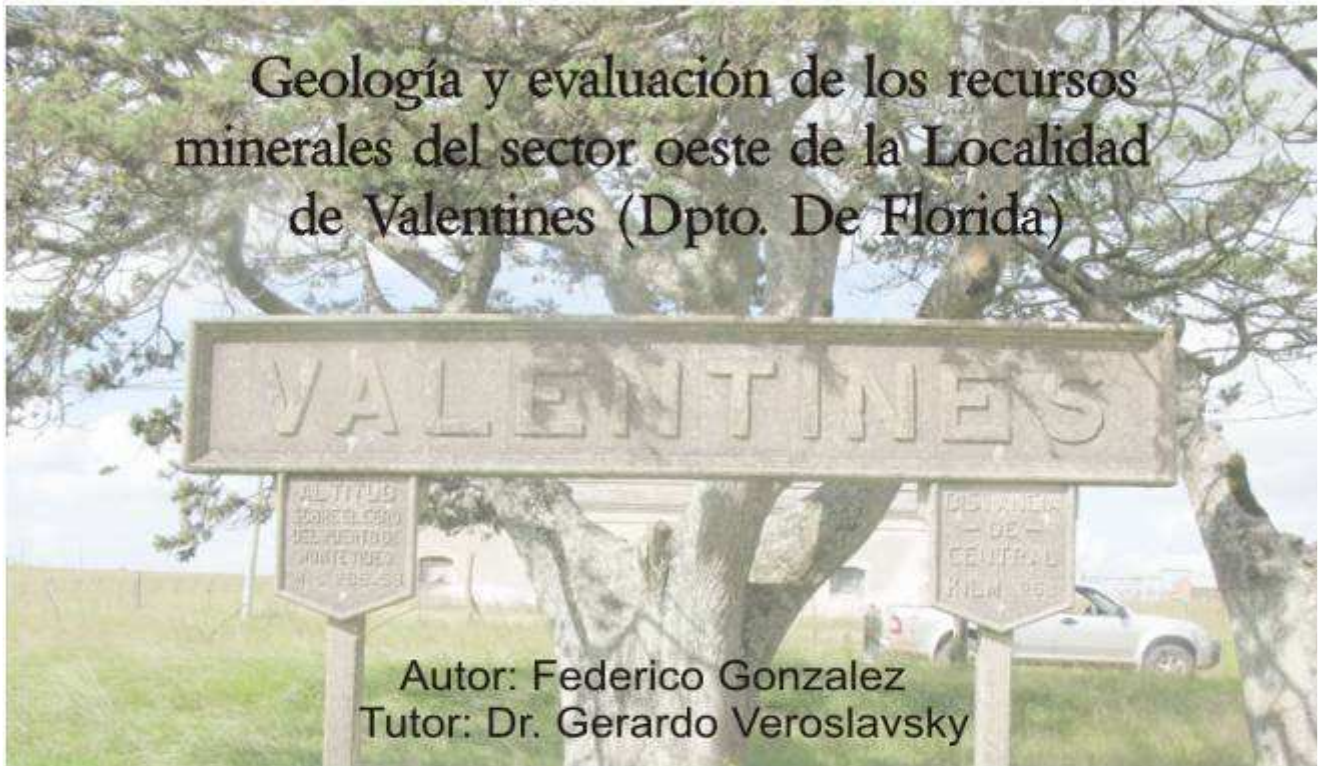


Trabajo Final de Licenciatura en Geología
Universidad de la República Oriental del Uruguay



Geología y evaluación de los recursos
minerales del sector oeste de la Localidad
de Valentines (Dpto. De Florida)



Montevideo, Uruguay 2010

Resumen

La región de Valentines históricamente fue objeto de diversos estudios enfocados en sentar las bases para el desarrollo productivo del área. En las décadas del 50,60 y 70 se sucedieron distintas campañas de exploración mineral que abordaron las posibilidades de desarrollo minero y, debido a varias causas no del todo conocidas o determinadas con exactitud, no se materializó ningún emprendimiento de estas características. En los últimos años, con el crecimiento de la actividad agrícola y forestal, la región fue motivo de estudios para evaluar el potencial económico, lo que inclusive llevó a otro tipo de estudios, en particular, geográfico y social, para conocer las condiciones de la localidad de Valentines. Bajo estas circunstancias, se realizó un conjunto de estudios geológicos y mineros con el objetivo de satisfacer las necesidades de una consultoría profesional acerca del potencial para la ocurrencia de recursos minerales en un área concreta situada al Oeste de la localidad de Valentines. Los trabajos geológicos realizados estuvieron orientados a evaluar este potencial para el área, contribuyendo así con nuevos datos e información necesaria en la toma de decisiones al momento de evaluar las posibilidades de desarrollo de la localidad. La metodología utilizada para alcanzar los objetivos planteados se basó en un relevamiento geológico a una escala adecuada para delinear la estructura geológica del área, la recolección de antecedentes, la confección de mapas geológicos y de recursos minerales; y en el relevamiento del uso del suelo; tratamiento de la información recolectada y se elaboro una propuesta de trabajo a futuro. El área posee un interesante potencial en lo que respecta a la ocurrencia de yacimientos minerales económicos, en especial de hierro y oro. Los niveles de bif intensamente plegados y engrosados durante la deformación constituyen el material mineralizado con hierro para el que se ha definido un potencial meramente ilustrativo del entorno de 160 millones de toneladas con un probable contenido de hierro alrededor de 30%. Por otro lado, se identifico un potencial en el entorno de las 8000-40000 onzas de oro para un área ya conocida donde se pueden observar vetas de cuarzo y silicificaciones de falla mineralizadas. Se concluye de interés proseguir con los estudios exploratorios en el área especialmente de detalle geológico y comenzar a realizar estudios de logística ya que se identificó este factor como muy importante en la ecuación económica para hacer viable proyectos de extracción mineral en el área, además de estudios enfocados a la realidad de la competencia entre las distintas actividades económicas que comparten intereses por el uso del suelo (minería, forestación y agricultura).

Índice

Resumen	1
Índice	2
1-INTRODUCCIÓN	4
1.1Ubicación del Área	4
1.2Geomorfología	6
1.3Población, infraestructura y actividades económicas.....	8
2-OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE TRABAJO	10
2.1Objetivos	10
2.1.1Generales	10
2.1.2Específicos.....	10
2.2Metodología de trabajo	11
2.2.1Trabajos de Gabinete.....	11
2.2.2Trabajos de Campo	12
3-ANTECEDENTES	12
3.1Geológicos	12
3.1.1Regionales	12
3.1.2Locales.....	13
3.2Recursos Minerales	19
3.2.1Hierro	19
3.2.2Prospección geoquímica estratégica DINAMIGE (1985).....	22
3.2.3Oro (Informe de Exploración en la Reserva Minera XIV)	24
4-GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
4.1Geología	27
4.1.1Litologías presentes	29
a)Sucesión de Rocas Metamórficas.....	29
b)Secuencia Cerro Valentín	39
4.2Estructura del área	41
4.3Hipótesis de evolución geológica del área	46
5-RECURSOS MINERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	50
5.1Bloque Norte	52
5.2Bloque Sur	52

5.3Áridos	54
5.4Agua Subterránea.....	55
6-DEFINICIÓN DE POTENCIAL Y PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO.....	55
7-CONCLUSIONES	59
AGRADECIMIENTOS	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXO	64

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El área de Valentines ha estado históricamente relacionada al posible desarrollo de la actividad minera en Uruguay. A lo largo del tiempo, tanto organismos del estado como empresas privadas han realizado campañas de prospección para evaluar la factibilidad del eventual desarrollo de un proyecto minero, particularmente de hierro u oro. Como resultado de los trabajos en el área se ha reconocido su potencial para la ocurrencia de yacimientos metálicos (oro y hierro) los cuales potenciarían el desarrollo económico de la zona.

Es imprescindible conocer los recursos minerales presentes en la zona para plantear una estrategia de desarrollo responsable que integre a todas las actividades económicas. En ese contexto, este trabajo se plantea como objetivo principal definir y caracterizar los principales rasgos físicos y geológicos de la región Oeste de Valentines como soporte básico para el análisis de los recursos minerales de la región.

1.1 Ubicación del área

El área de estudio se localiza en la Sección 4, Departamento de Florida, Uruguay; a unos 20Km al Sur de la localidad de Cerro Chato e incluye la localidad de Valentines. El área se ubica en la Hoja Topográfica "Valentines" del S.G.M. a escala 1:50.000; quedando delimitada por las coordenadas Gauss X1: 556680mE, X2: 566120mE, Y1: 6317000mN e Y2: 6322400mN; extendiéndose por un área de aproximadamente 50 km² (Fig.1 y 2).

El acceso al área desde la ciudad de Montevideo es por la Ruta Nacional N° 7 en el kilómetro 225. La estación de tren Valentines se encuentra en el km 258 del ramal Montevideo-Melo pero este se encuentra fuera de servicio.

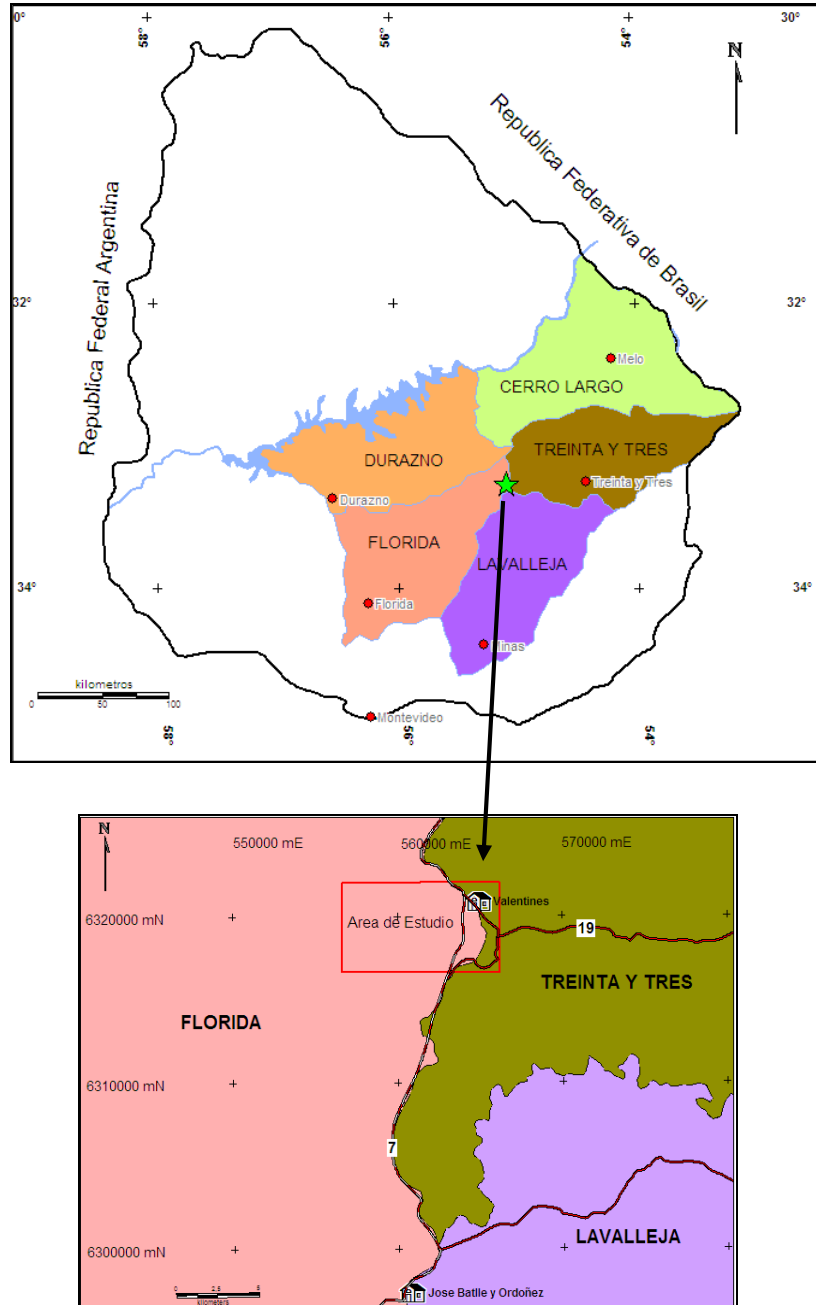


Figura 1. Ubicación del area de estudio. Contexto nacional (arriba), contexto local (abajo).

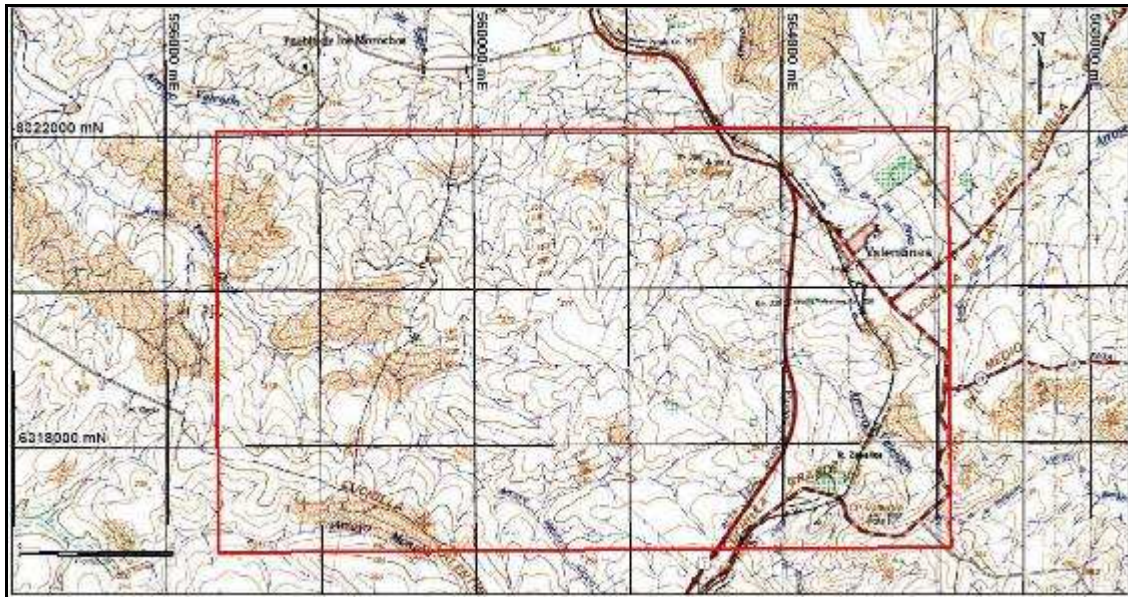


Figura 2. Ubicación del área de estudio, dentro del marco rojo

La localidad de Valentines se encuentra dentro del área de estudio y se enmarca dentro de la jurisdicción de dos departamentos siendo el límite la ruta nacional número 19 la cual separa los departamentos de Florida al Oeste y Treinta y Tres al Este.

1.2 Geomorfología

El relieve del área no presenta grandes contrastes pero se puede observar la influencia de controles geológicos, particularmente estructurales que se corresponden con cambios geomorfológicos. Las cotas más altas se alcanzan en el Cerro Valentín (346 m.n.m.) y Mulero (306 m.n.m.) ubicados en el sureste y noreste del área respectivamente.

El principal cambio geomorfológico se produce a ambos lados de una falla que recorre toda el área en sentido E-O. Este control estructural determina cambios litológicos entre la porción Sur y Norte.

La red de drenaje dendrítica escurre desde el Este donde nacen el arroyo Valentín y el Valentín Chico hacia el Oeste. El nivel de base de los cursos de agua para el área es de 180 m.

Zona Norte

El fuerte control geológico estructural predomina en la formación del relieve, las litologías ricas en hierro son las que predominan en las porciones más altas a lo largo de las crestas. En algunos casos los gneises leucócratas, también ocupan las posiciones más altas y pueden llegar a desarrollar pendientes importantes. Esta zona se caracteriza por cerros de base relativamente pequeña en relación a su altura. La principal elevación de esta zona es el Cerro Mulero (306m.n.m.).

Zona Central y Suroeste

Se alcanzan cotas similares a las de unidad anterior y la misma está caracterizada por grandes cerros de base ancha que dan lugar a una pendiente moderada bien ondulada. En la porción central se desarrolla un gran cerro en cuya ladera sur se ubica la falla que separa la porción central de la norte. Este cerro actúa como divisoria de aguas determinando la escorrentía hacia el norte (arroyo Valentín) y hacia el sur (arroyo Valentín Chico). Las zonas altas se corresponden, en mayor parte, con litologías definidas como gneises leucócratas y supuestos granitos.

Zona Este-Sureste

Esta es la zona más alta. Debido a la ocurrencia de una secuencia metasedimentaria más joven, que no ha sufrido la misma intensidad de metamorfismo que el resto, se da lugar a una geomorfología distinta. En estos cerros de pendiente fuerte y base angosta, pero de altura considerable, es muy común encontrar, en las crestas, niveles de cuarzo blanco remobilizado. La cota más alta la ocupa el Cerro Valentin (346m.n.m).

1.3 Población, infraestructura y actividades económicas.

El censo del año 2004 (Instituto Nacional de Estadística; INE) muestra para Valentines, una población de 278 habitantes de los cuales más de 50% es mayor de 30 años y tan solo 36 habitantes se encuentran entre los 20-30 años de edad. Este envejecimiento de la población se explica por un proceso de emigración donde la población de este último se va de la zona. Este factor es muy importante al pensar proyectos para el desarrollo socio-económico de la localidad. La localidad se encuentra relativamente despoblada; en principio prácticamente sin población económicamente activa y sin capacidad locativa. Las actividades laborales de la población de Valentines se reparten entre jubilados, empleados públicos, trabajadores rurales, estudiantes, comerciantes, empleados de un aserradero y empleados de una empresa de exploración minera.

Los servicios esenciales están cubiertos totalmente salvo el saneamiento ya que solamente un complejo de viviendas de MEVIR cuenta con este servicio básico.

La localidad cuenta con una red de abastecimiento de agua potable proveniente de un pozo semi surgente que arroja un caudal de 3000 l/h. Hay tanques de almacenamiento pero no planta potabilizadora. La localidad presenta cobertura total tanto de red telefónica como de tendido eléctrico. Un policlínico del MSP brinda servicios básicos de salud y traslados al hospital más cercano (Cerro Chato 25 Km).

Cabe destacar la existencia, en las afueras de Valentines, de una planta eléctrica de transferencia automatizada que abastece a Valentines, Cerro Chato, Batlle y Ordoñez, Tupambae y Santa Clara. A la planta llegan 10 megawatts que se distribuyen a las diferentes localidades, Valentines tiene su propia reductora para abastecerse. La presencia de esta planta junto con la cercanía de la línea de alta tensión que abastece Melo y Treinta y Tres favorece el establecimiento de emprendimientos productivos en la zona.

La infraestructura vial de la localidad es pobre, solamente cuenta con caminos de balasto e incluso la ruta nacional que atraviesa el poblado es de este material. Es muy importante destacar que tanto la red vial como la férrea (actualmente en desuso) se encuentran en pésimo estado y esto constituye un factor logístico muy importante al momento de evaluar proyectos de desarrollo local. La carpeta asfáltica de la ruta nacional número 7 no es capaz de soportar el transporte pesado de manera regular. Las vías férreas, además de estar deterioradas y en desuso, cuentan con un trazado que no permite superar la velocidad de 45 km por hora para el transporte de mercaderías. Esto sumado a la eventual necesidad de una segunda vía supone una gran inversión logística relacionada a cualquier emprendimiento de mediana o gran escala en la zona.

La actividad comercial está compuesta por una serie de oficinas de distintos organismos públicos, comercios locales de servicios varios, un aserradero dedicado a la fabricación de pallets para exportación (actualmente sin producción), un vivero vinculado a la actividad forestal e instalaciones de la empresa Minera Aratiri (exploración minera).

Todos estos factores, sumado a la posible escasez de abastecimiento de agua, son los principales aspectos negativos a la hora de establecerse en la zona. Por esto, es muy importante generar la suficiente información geológica básica que ayude a atraer inversiones que promuevan el desarrollo económico de la localidad y el país.

CAPÍTULO 2: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1 Objetivos

2.1.1 Generales

El cometido del Trabajo Final es la realización de una síntesis de los conocimientos geológicos adquiridos a la largo de la Licenciatura de Geología mediante su aplicación en un conjunto de actividades que intentan resolver un problema geológico concreto. A tales efectos, se planificaron tres actividades:

a) la principal, fue la elaboración de un informe profesional que satisfaga los requerimientos de una consultoría solicitada por un interesado para evaluar el potencial económico de los recursos minerales de un área de aproximadamente 55 km² situada en la zona ferrífera de Valentines (Alvarado, 1960).

b) la elaboración de un Anexo de carácter técnico que acompaña el informe de consultoría a efectos de ilustrar antecedentes sobre aspectos geológicos y mineros del área de estudio;

c) la elaboración de una presentación oral sobre el contenido general de la consultoría pero incluyendo aspectos de detalle sobre los estudios anteriores y la evolución geológica del área estudiada.

2.1.2 Específicos

Los objetivos específicos más relevantes para alcanzar la meta propuesta fueron:

- a) Revisión de los antecedentes geológicos y de los recursos minerales del área de estudio y adyacentes.
- b) La caracterización social, económica e infraestructura del área de estudio.

- c) La realización de un mapa geológico a escala 1/20000.
- d) La realización de un mapa sobre los recursos minerales a escala 1/20000.
- e) Elaboración de memorias descriptivas de los mapas.
- f) La caracterización, distribución espacial y temporal de las unidades estratigráficas / tectoestratigráficas.
- g) La caracterización de los rasgos estructurales más sobresalientes.
- h) La definición de la estructura geológica del área de estudio, ilustrada por cortes y secciones.
- i) Un plan de actividades geológicas y mineras para dar continuidad, en secuencia, con los estudios exploratorios en el área de estudio para los recursos minerales.

2.2 Metodología de trabajo

2.2.1 Trabajo de Gabinete

Esta actividad involucró la recopilación de antecedentes, delimitación del área para identificar las fotografías aéreas necesarias, fotolectura y fotointerpretación, programación de actividades de campo, análisis de datos, etc.

- a) Recopilación de antecedentes. Consulta de varias fuentes en búsqueda de antecedentes geológicos, geográficos, sociales etc.
- b) Fotolectura, fotointerpretación y programación de las actividades de campo. Una vez identificadas las fotos aéreas de la zona, se prosiguió a la fotolectura y posterior fotointerpretación. Las fotografías usadas pertenecen a 4 bandas (263-071/074, 263-128/131, 263-177/181, 117-087/091) a escala 1:20000 del Servicio Geográfico Militar. Se

confeccionó un foto mosaico que más tarde fue orto rectificado con la ayuda del software adecuado para utilizarlo como base para la realización de la cartografía del área. Se planteó una posible estructura del área para maximizar la información a obtener durante las excursiones de campo. Se decidieron los cortes geológicos a efectuar, así como la posible continuidad de las unidades teniendo en cuenta las distintas densidades de afloramiento que se pudieron observar.

- c) Análisis de datos. Se realizó una revisión de los apuntes efectuados en el terreno, conjuntamente con una nueva fotointerpretación. Mediante la comparación de muestras de mano se definieron las unidades geológicas ya que estas satisfacen el detalle pretendido en este trabajo.

2.2.2 Trabajo de campo

Mediante distintas excursiones de campo se relevo el área recolectando la información suficiente para determinar las distintas unidades geológicas, la estructura geológica del área, su potencial prospectivo y uso del suelo. También se llevó a cabo un muestreo geoquímico específico en una de las unidades de interés.

CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES

3.1 Geológicos

3.1.1 Regionales

El área en estudio se ubica en el denominado Terreno Nico Pérez (Bossi 1998) (Fig.3). Esta unidad tectonoestratigráfica, delimitada por discontinuidades tectónicas de primer orden y al menos, una parte de su evolución geológica diferente a la de los terrenos vecinos.

Los límites de éste terreno son la transcurrencia Sarandí del Yi – Piriápolis al Oeste y la zona de cizalla de Sierra Ballena al Este. (Bossi et al. 2001).

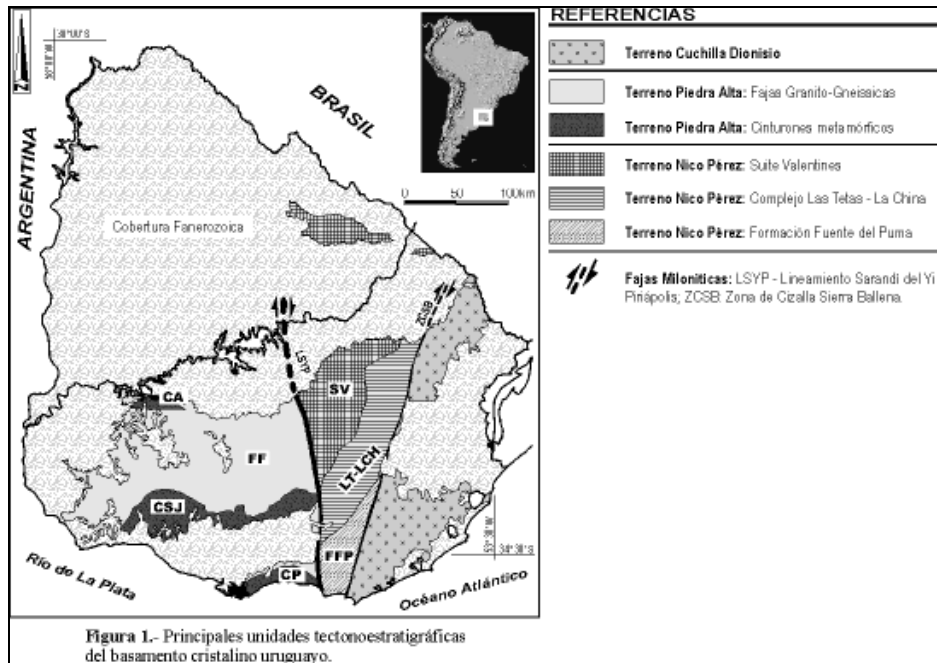


Figura 3. Carta Geológica del Uruguay esquematizada, según Bossi & Ferrando (2001)

Según Masquelin (2006) esta región, a la que denomina Dominio Central presenta una estructura compleja, con rocas arqueanas a mesoproterozoicas resultado de una historia tectono-metamórfica poliorogénica (tectónica mesoproterozoica retrabajada en el Neoproterozoico). A su vez lo subdivide en tres bloques corticales principales: el bloque “Tacuarembó-Valentines”, el bloque “Pavas” y el bloque “Villa Serrana”. El autor describe para cada uno de estos bloques distintas unidades: a) una unidad basal de ortogneises y migmatitas, b) una cobertura metamórfica de grado medio alto, c) un complejo plutónico mesoproterozoico anorogénico, d) una cobertura ediacárico-cámbrica discordante, y e) granitos pos-vendianos recortando la cobertura. El área de estudio de este trabajo se encontraría dentro del bloque “Tacuarembó-Valentines” propuesto por el autor.

3.1.2 Locales

La principal unidad a la que se hace referencia en el área es la Formación Valentines (Bossi, 1966) o Complejo Granulítico Valentines

(Hartman et al. 2001). Por otro lado se han realizado distintas campañas de exploración de recursos minerales. A continuación se intenta resumir el conocimiento del área hasta el día de hoy.

La ocurrencia de mineral de hierro se conoce desde principios del siglo cuando Marstrander (1916), Karl Whalter (1932), Mac Millan (1933) y Serra (1944) reconocen la existencia en suelo uruguayo de rocas ferríferas y las incluyen dentro de las riquezas minerales del Uruguay.

Los trabajos sobre esta unidad a escala de detalle se comienzan a realizar a fines de los años cincuenta y durante la década de los sesenta es cuando se realizan los avances más importantes.

Bossi (1966) definió la Formación Valentines, donde agrupa piroxenitas, gneises oligoclásicos y cuarcitas magnetito-augíticas, propone el nombre de Valentinesita para este último litotipo.

Bossi & Umpierre (1969) Reconocieron que la geología está representada por metamorfitas, gneises, migmatitas, piroxenitas, cuarcitas magnetito - augíticas (Valentinesitas) y granitos (Fig. 4).

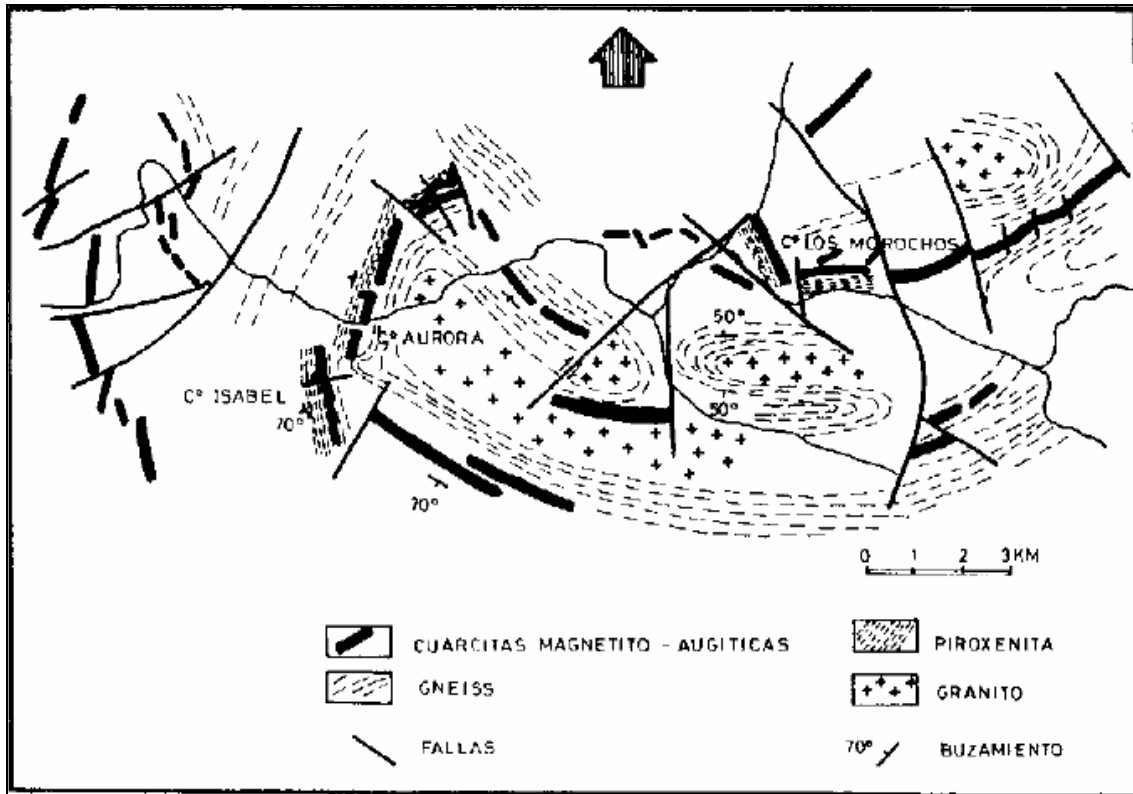


Figura 4. Geología del área ferrífera de Valentines según Bossi y Umpierre (1969)

Preciozzi et al. (1985) asignaron la Formación Valentines al precámbrico medio y describieron las siguientes litologías: gneises oligoclásicos, cuarcitas magnetito - anfibólicas, piroxenitas y migmatitas, intercalándose granitos. También, en aquella oportunidad caracterizan un macizo máfico-ultramáfico al que denomina “Las Cañas” o “Cerro Chato”.

Coronel (1987) propuso cambiarle el nombre al cuerpo máfico-ultramáfico “Las Cañas” por “Arroyo de las Palmas” donde caracterizó al mismo utilizando información de una perforación realizada en el sitio. Atribuyo a este cuerpo litologías tales como harzburgitas, ortopiroxenitas olivínicas y ortopiroxenitas (broncitas).

En el Informe de Exploración en la Reserva Minera XIV, Spoturno & Lara (1991) describieron las actividades que realizaron para definir la favorabilidad metalogenética del área y en especial para la ocurrencia de metales base (oro). Mediante una revisión de antecedentes definieron la geología de la reserva como un cinturón de alto grado de metamórfico gnéisico-granulítico. En dicho

informe se menciona que por falta de un dato geocronológico en el área, se utilizaron criterios litológicos, estructurales y de metamorfismo para asignar al cinturón una edad Arqueano, Arqueano-Proterozoico o Proterozoico. Gran parte del trabajo se llevo a cabo en el fotoplano Valentines donde reconocieron tres grandes unidades geológicas: un basamento granítico-gneisico-migmático indiferenciado de alto grado metamórfico, un conjunto supracortical y una unidad granítica cataclástica. Dentro del conjunto supracortical separaron, dos unidades. La primera, integrada por cuarcitas a magnetita-hematita (Valentinesita), gneises y micaesquistos de alto grado metamórfico. La segunda unidad se trata de una secuencia supracortical de grado anquimetamorfico a muy bajo grado metamórfico compuesta por metaareniscas, metarcosas, rocas carbonato-silicatadas y metaconglomerados. Estos autores consideran las Valentinesitas como BIF (formación de hierro bandeado) de alto grado metamórfico compuesto por un facies óxido. En este informe, dejando de lado muchas interrogantes que aún quedan por resolver y teniendo en cuenta la información disponible se propone que los BIF serían del Tipo Superior (Gross, 1970). Asimismo se refieren a la dificultad para establecer los límites entre las diferentes unidades y la necesidad de un mapeo geológico-estructural sistemático para definir los contactos. El conjunto litológico esta típicamente plegado en varias fases y afectado por zonas de cizalla. También repasan el potencial de la reserva para la ocurrencia de mineralizaciones, donde mencionan el hierro en BIF, oro en BIF, Cr, Cu, Ni, Ti, P y platinoideos en rocas máficas-ultramáficas, Ni, Cu, Pb en anfibolitas, corindón y grafito en paragneis, oro en venas de cuarzo. El principal avance de este trabajo desde el punto de vista exploratorio fue el descubrimiento de un campo de filones de cuarzo mineralizados con oro donde fue posible identificar 15 filones.

Gomez Rifas et al. (1993) mencionaron la realización de un mapa a escala 1:100000 de la hoja G20 Valentines y uno a escala 1:20000 de una zona más reducida orientado a la exploración aurífera. En el mismo trabajo identificaron, para el área, migmatitas, milonitas, granitoides anatéticos a cuarzo ortosa (con cuarzo azul celeste), cuarcitas hematíticas, rocas máficas y ultramáficas. Así mismo, propusieron una historia deformacional para las rocas

de la zona y definen 6 eventos (Transamazonico, Primera deformación Brasiliana, Segunda deformación Brasiliana, Napeamiento Tardi Brasiliano, Colisión Continental y Tectónica de teclas). Los tres primeros procesos generaron pliegues de planos axiales N90°-N100°, N5 0° con vergencia al NO y N60° con vergencia al SO respectivamente. El cuarto evento deformacional, generó pliegues recumbentes, el quinto cizallas de dirección NS, N90° y N140° con emplazamiento de granitos. El último evento o tectónica de teclas produjo un basculamiento asociado a fallas NS, N160°, N165° y N150°, en las fallas NS bajan los bloques al oeste mientras que en el resto de las fallas, aquellos bloques ubicados al Suroeste de las fallas. También mencionaron una prospección aluvionar donde se identifico la ocurrencia de minerales tales como casiterita, wolframita, berilo, topacio, oro, scheelita, etc. Los autores de este trabajo indican una posible mineralización hidrotermal tipo greisen.

Gómez Rifas & Masquelin (1996) en un trabajo similar al anterior definieron el área como un basamento cratónico con una distribución isotópica del sistema Rb-Sr altamente distorsionado que arroja una edad (errocrona) de 1.8 Ma. Además mencionaron una cubierta de edad Proterozoico medio y rocas supracorticales de edad Proterozoico tardío. Estos autores separaron una infraestructura y una superestructura. La infraestructura la componen gneises granulíticos máficos, ácidos e intermedios de grano grueso. La superestructura agrupa formaciones ferríferas bandeadas (BIF), anfibolitas, milonitas derivadas de rocas máficas y granitos intrusivos. Además mencionaron una secuencia metavolcano sedimentaria Brasiliana (metalavas, cuarcitas, esquistos calcosilicatados de grano fino y metapelitas).

Bossi & Ferrando (2001) describieron la Formación Valentines como una secuencia volcano sedimentaria que alcanza el grado metamórfico medio a alto constituida por gneises, piroxenitas, cuarcitas ferríferas - BIF, calizas marmóreas y distintos cuerpos de granitos intrusivos. Estos autores le atribuyen la siguiente composición a las cuarcitas ferríferas: 40% de cuarzo, 33% de magnetita y 25% de augita aegirínica y mencionan como minerales accesorios hematita, esfeno, apatito y pirita. Además señalan un plegamiento

complejo de la unidad y mencionan al menos tres eventos deformacionales que han afectado a la secuencia.

Hartmann et al (2001) definieron para el Complejo Granulítico Valentines como constituido por tonalitas, trondhjemitas, granitos peritéticos, piroxenitas y gneises a silimanita. Los protolitos tonalíticos y graníticos fueron datados y arrojaron una edad de 2.6 Ga (U/Pb SHIRMP), mientras que el evento metamórfico que alcanza la facies Granulita habría sucedido hace 2.2 Ga (U/Pb SHIRMP en zircones; Hartmann et al 2001).

Masquelin (2006) describieron un complejo metamórfico compuesto por metagranitoides (metagranitos, metatonalitas y metatrondhjemitas) y rocas paraderivadas (Fm. Valentines, Bossi 1966). Desde la base esta secuencia paraderivada estaría compuesta por conglomerados ferríferos, cuarcitas magnetíticas, cuarcitas magneto-augíticas bandeadas, piroxenitas y cuarcitas piroxénicas, también menciona mármoles a granate, forsterita y diópsido. El autor menciona pliegues derechos isoclinales y domos y cubetas en dirección NO-SE que afectaron un bandeamiento gnéisico paralelo a la superficie de depositación original. Los domos de estos pliegues están ocupados por metagranitos potásicos para los que el autor reporto dos edades: 2,7Ga para la edad de cristalización y 2,1Ga para un evento de metamorfismo regional. Granitoides mesoproterozoicos recortan este basamento. El autor menciona granitos deformados calcoalcalinos y plutones de afinidad rapakivi. Estos últimos se caracterizan por presentar fenocristales de feldespatos alcalinos mesopertítico con zonación e inclusiones de biotita, constituyen un batolito anorogénico que fue datado en 1,79Ga (Pb-Pb Heaman in Campal & Scipilov 1995). Sobre esta unidad el autor indicó una cobertura no metamórfica muy delgada constituida por una secuencia clástica (Fm. Cerros San Francisco) y otra carbonatada (Fm. Cerro Victoria) atribuidas al Edicárico-Cámbrico (Gaucher, 2000).

Recientemente Cazaux (2008) realizó un mapeo geológico de detalle en una localidad de la Isla Cristalina de Rivera (ICR) sobre rocas asignadas a la Fm. Valentines. La autora, definió y caracterizó un complejo Granulítico félsico-máfico integrado por ortogneises, sienograníticos, ortogneises, cuarzo-

monzoníticos, granulitas máficas y metapiroxenitas. Cazaux propone un ambiente de rift intracontinental para la formación de esta unidad de edad mayor a 2.1Ma (SHRIMP Santos et al. 2003).

Por otra parte Vidal (2009), describió en la ICR un Complejo Granulítico de Rivera (CGR) integrado por granito-gneises con granate, granulitas grafitosas, gneises cuarzo-monzoníticos, gneises leucograníticos, BIF, metapiroxenitas, entre otros. En el trabajo, el autor planteo una alternativa para la formación de éste complejo, lo asocia al resultado de la deformación y metamorfismo de alto grado de una secuencia volcano sedimentaria que se habría depositado en un ambiente de cuenca marginal en un arco de isla alrededor de los 2.1Ma (SHRIMP Santos et al. 2003).

3.2 Recursos Minerales

3.2.1 Hierro

El área de estudio se encuentra dentro de la denominada zona ferrífera de Valentines (Alvarado, 1959) o yacimientos de mineral de hierro Valentines (Bossi, 1978). Estos han sido objeto de estudio en varias ocasiones desde los años 50 hasta la actualidad. Primero el Instituto Geológico del Uruguay y más tarde la Dinamige realizó, en algunos casos con participación de organismos internacionales, distintas campañas que involucraron relevamientos geológicos regionales y de detalle con identificación de zonas favorables y definición de la estructura geológica mediante trincheras y perforaciones (1965-68, 1972-75). (Ver Anexo 1)

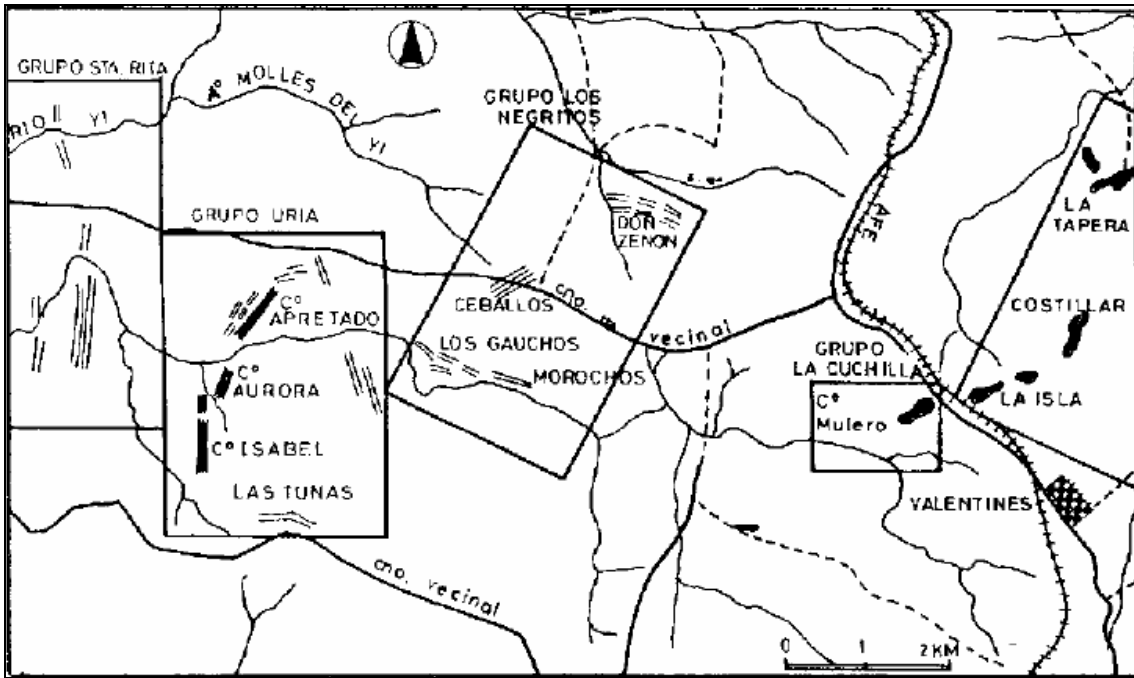


Figura 5. Primer relevamiento del área ferrífera de Valentines, según Alvarado (1959) tomado de Bossi (1978).

Solo en aquellos prospectos donde los primeros resultados fueron positivos se realizaron nuevas perforaciones con una malla más adecuada para realizar cálculos de volúmenes, análisis metalúrgicos y estudios de factibilidad para la explotación.

Bossi (1978) caracterizó los cuerpos mineralizados como bandas plegadas de espesores de entre 30 a 60 metros continuas por hasta 2 kilómetros. Menciona que frecuentemente se pudo observar un desplazamiento provocado por fallas que definen sub-bloques de 800m promedio.

Los sitios más estudiados han sido los cerros Maidana (Grupo Santa Rita), Morocho, La Tuna, Mulero y el denominado Grupo Uria (Organización de Naciones Unidas (ONU, 1976)) formado por los cerros Apretado, Aurora e Isabel (Fig. 5). El denominado Cerro Mulero se encuentra en el área de estudio de este trabajo. Para este cerro se alcanzó solamente la etapa de perforación para la definición de la estructura geológica dentro de la metodología utilizada. No se prosiguió con las tareas debido a que no se alcanzaron los resultados esperados. De todas formas se definieron (en este cerro) unas 700000 toneladas de reservas accesibles (?) en una relación estéril mineral 1:1. El

lugar donde más se avanzó en esta tarea de definir este recurso minero fue en el Grupo Uria donde mediante un acuerdo de cooperación con la ONU permitió alcanzar un grado de información suficiente como para identificar y medir reservas. Dentro del marco de este acuerdo entre el gobierno uruguayo y la ONU se retomó el trabajo iniciado en 1972 por el grupo TAMHIS que se paralizó en el año 1974, año en el que comienza este grupo de trabajo Valentines como fue denominado. En esa oportunidad se realizaron trabajos de exploración regional en base a fotointerpretación y relevamientos geofísicos a distintas escalas. El objetivo principal del proyecto era lograr una evaluación cuantitativa y cualitativa de la mineralización del Grupo Uria para lograr definir reservas mineras y poder realizar estudios económicos de beneficiamiento. Para ello, se efectuaron perforaciones (3400m), secciones delgadas y pulidas además de análisis químicos. También realizaron análisis químicos para determinar el contenido de hierro y otros elementos. Con estos análisis mediante la interpolación de leyes a bloques definidos por las secciones de la malla de perforación cuantificaron reservas mineras. Asimismo definieron la geología del depósito como una secuencia de sedimentos precámbricos plegados y metamorfizados (gneises, piroxenitas, cuarcitas, granito), también indicaron la presencia de un vulcanismo contemporáneo con la sedimentación y otro posterior. El Grupo Uria fue definido como el flanco Oeste de un pliegue anticlinal cuyo eje buza al Norte. Se indicó un origen sedimentario para los términos ferríferos debido a su gran extensión y vinculan el origen del hierro al vulcanismo asociado. El grupo de trabajo Valentines delimitó la zona de oxidación en la parte superior del depósito y la porción fresca, estas fueron testeadas por separado mediante ensayos metalúrgicos que demostraron que la separación magnética del mineral resulta favorable en ambos casos. La principal conclusión de este grupo de trabajo fue la definición de 33 millones de toneladas (densidad 3,4 para mineral de hierro y 2,7 para el estéril) “reservas comprobadas” con una ley promedio de 32% de hierro y 17 millones de toneladas clasificadas como “reservas probables” para el denominado Grupo Uria.

En 1991, el Informe de Exploración en la Reserva Minera XIV (Spoturno & Lara, 1991) se mencionó sin entrar en mucho detalle esta mineralización de hierro. Sin embargo, éstos autores, realizaron una aproximación de estas rocas

ferríferas (Valentinesitas) a un modelo de BIF. En el mismo informe destacaron que esta aproximación no incide al momento de realizar la evaluación económica de los cuerpos mineralizados sino que aporta información para la aproximación a un marco geotectónico para el área, la cual ayudaría a determinar la favorabilidad para la ocurrencia de otros elementos en concentraciones anómalas. Asimismo, definen a las Valentinesitas como BIF de alto grado metamórfico compuesto por un facies óxido y una paragénesis de cuarzo, magnetita y augita, proponen que estos BIF son del Tipo Superior. Otros autores, coinciden parcial o totalmente con esta hipótesis (Ellis, 1998, Cazaux, 2008, Vidal, 2009). Además, mencionaron, pero no confirmaron ni descartaron la asociación de oro (facie sulfuro) con estas rocas.

3.2.2 Prospección geoquímica estratégica DINAMIGE (1985)

Dinamige (1985) realizó una campaña de prospección geoquímica estratégica en el año 1985 que entre otros cubrió el fotoplano Valentines. La densidad de muestreo alcanzó las 1,2 muestras por kilómetro cuadrado. Las muestras se analizaron para hierro, manganeso y 19 elementos traza. Se definieron 9 anomalías geoquímicas dos de las cuales mostraron una paragénesis polimetálica. La mayoría de las muestras fueron recolectadas en suelos, tipo flat (planicie aluvional). También registraron la información sobre la naturaleza del lugar de muestreo (composición del material, uso del suelo, evidencias antrópicas, pH, radiactividad gamma). Los análisis químicos fueron realizados en el Departamento Químico Analítico de la División de Adquisición y Procesamiento de Geodatos de Dinamige. Se cuantificaron los siguientes elementos: Fe_2O_3 (%) y Mn, P, Ba, Ag, Cu, Zn, Sb, Pb, Sn, Cr, B, Ni, V, Be, Mo, As, W, Co, Y, Cd y Nb en ppm. En este trabajo también se presentó un esbozo geológico elaborado por Pena & Arrighetti a escala 1: 50000 que fue utilizado como soporte para el análisis espacial de los resultados geoquímicos (Ver Anexo 1).

Para el área objeto de estudio de éste trabajo; Pena & Arrighetti (1985) describieron la presencia de cuarcitas ferríferas de Valentines, granito de grano

medio, migmatitas homogéneas y gneises de grano fino y en el extremo sureste cuarcitas, esquistos negros y micaesquistos.

Concretamente en el área de trabajo o asociadas a ella se definieron 5 zonas anómalas: 182-01, 182-02, 182-03, 182-04 y 182-05 para las cuales se recomendaron nuevos trabajos prospectivos (Fig. 6 y Tabla 1). (Ver Anexo 2)

Tabla 1. Referencia de anomalías definidas por Dinamige

Identificación de Anomalía	Elementos Anómalos	Cantidad de muestras
182-01	Pb-Zn-Ba (Mo-W)	4
182-02	Cu-Pb	4
182-03	Cu-Zn (Pb)	4
182-04	Cu-Zn (Pb)	2
182-05	Pb-Zn	7

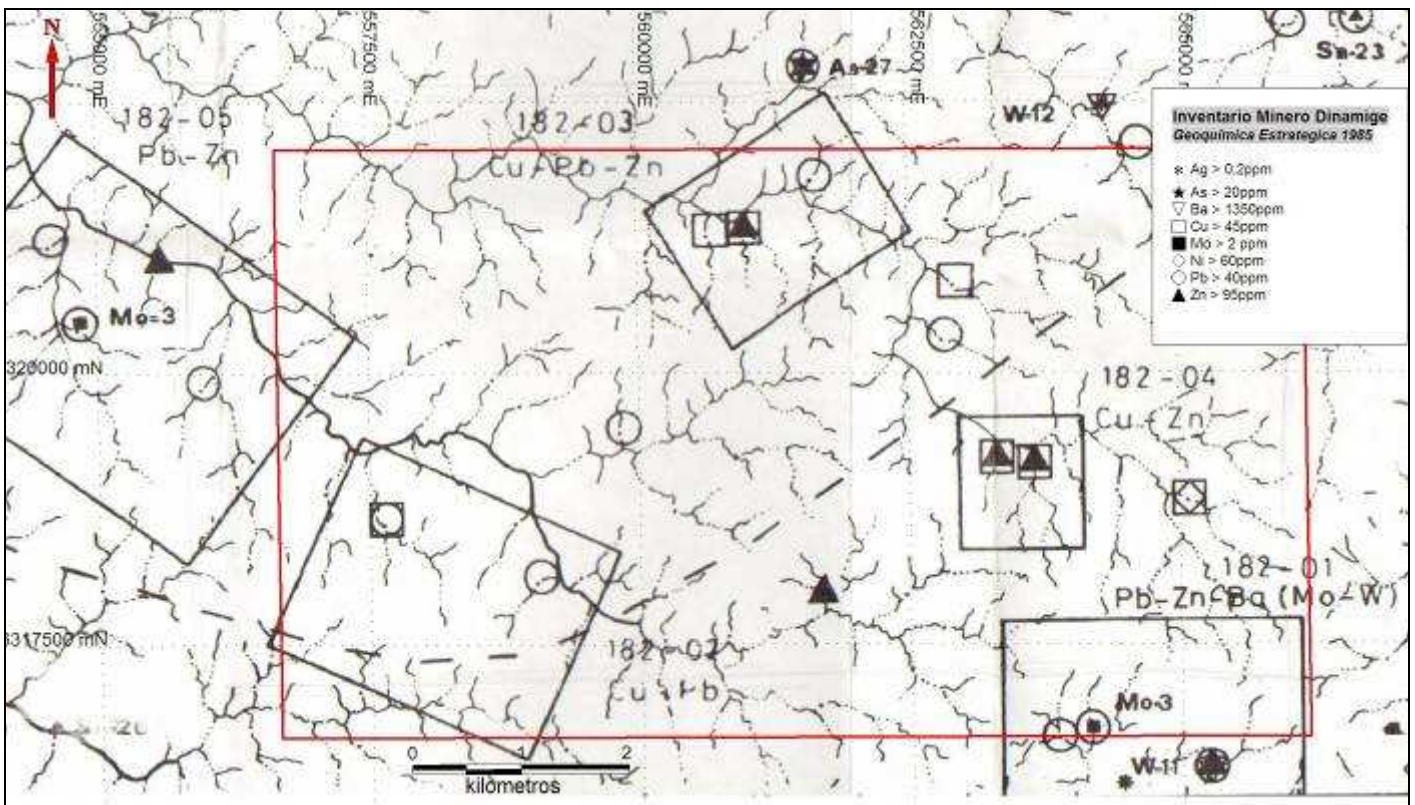


Figura 6. Localización de anomalías definidas por la Dinamige en relación con el área de estudio. Modificado de Dinamige (1985)

3.2.3 Oro (Informe de Exploración en la Reserva Minera XIV)

En el año 1990 Dinamige inició tareas de exploración en la llamada Reserva Minera XIV que incluye una porción del área de estudio del presente trabajo. Los trabajos efectuados se detallan en el Informe de Exploración en la Reserva Minera XIV confeccionado por Spoturno & Lara en marzo de 1991.

En dicho informe se menciona el previo conocimiento del potencial del área para la ocurrencia de mineralizaciones metálicas de interés tanto por personal de la Dinamige como por consultores extranjeros. También mencionan que a partir del año 1991 la Reserva Minera XIV conforma el denominado Proyecto Valentines. Dicha reserva abarcó los fotoplanos Valentines, Cerro Chato, Chileno, Rossel Rius, Sarandí del Yí y Cuchilla del Pescado alcanzando una superficie de 1900Km². Los trabajos realizados se concentraron en el fotoplano Valentines debido a la preexistencia de información que incluía anomalías geoquímicas definidas (Dinamige, 1985). Los objetivos básicos planteados de este grupo de trabajo fueron realizar una caracterización metalogénica regional para depósitos polimetálicos y un enfoque especial para metales nobles (oro). En este informe definieron la geología del área como un cinturón de alto grado de metamórfico gnéisico-granulítico (Ver Sección 3.1.2 Pag.14-15) constituido por un basamento granítico-gneisico-migmático, un conjunto litológico supracortical y una unidad granítica cataclástica. También mencionaron el potencial del área para la ocurrencia de distintas mineralizaciones. La estructura de este cinturón la describen como compleja, donde las litologías han sido plegadas en más de una fase y atravesadas por zonas de cizalla. Los complejos patrones de interferencia que observaron los autores (anelar, pliegues boudinados, boomerang, entre otros) son evidencia de ésta compleja estructura. El otro rasgo estructural que destacan para el área son zonas de cizalla rúptil-dúctiles y rúptil-dúctiles a dúctiles. En ese sentido diferenciaron dos cinturones de cizallamiento uno llamado “cinturón de cizallamiento Valentines” de dirección O-ENE de carácter rúptil-dúctil y otro denominado “cinturón de cizallamiento Yí” de dirección NNE-SSO de carácter dúctil-rúptil (este último no se pudo observar en el esbozo geológico que acompaña el informe, Fig. 7).

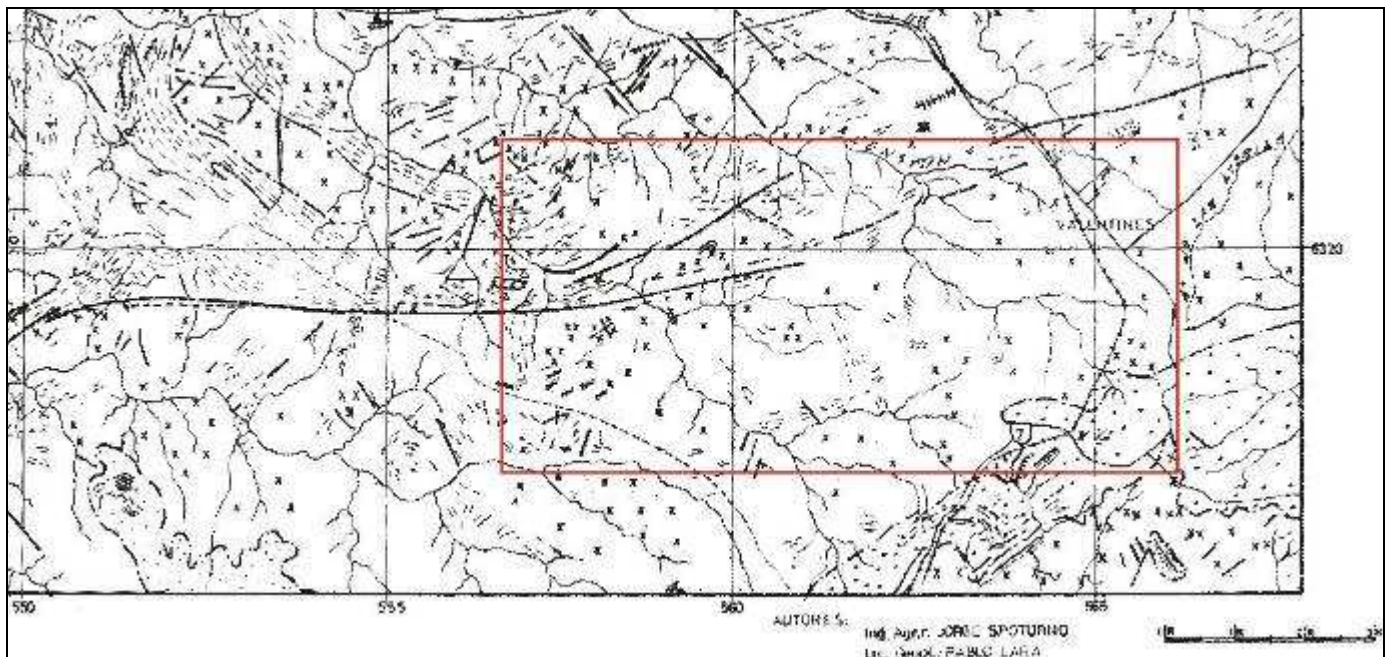


Figura 7. Porción del Esbozo Geológico realizado por Spoturno & Lara (1991). Se puede ver el llamado cinturón de cizallamiento Valentines en el centro de la imagen. En marco rojo el área de estudio de este trabajo. (Ver mapa completo en Anexo 4)

Los autores reconocen las mineralizaciones de hierro asociadas a las Valentinesitas y se refieren al potencial para la ocurrencia de otras mineralizaciones según los diferentes litotipos. En relación a los cuerpos máficos-ultramáficos mencionaron el potencial para mineralizaciones de Cr, Cu, Ni, EGP, teniendo en cuenta que para el área se han descrito harzburgitas, ortopiroxenitas olivínicas, ortopiroxenitas (Coronel, 1987 Intrusivo “Arroyo de Las Palmas”). También indicaron el potencial para mineralizaciones de Ni, Cu y Pb en anfibolitas, corindón en paragneises y grafito en paragneises asociados con esquistos. El potencial para estas mineralizaciones se definió como moderado y solamente consideraron alto el potencial para las mineralizaciones de oro (aunque hacen una pequeña mención a la ocurrencia de galena en rocas carbonato-silicatadas). En lo que respecta a este último elemento consideraron la mineralización de oro en BIF, la cual no descartaron totalmente aunque no se conocen indicios significativos, a su vez, el otro modelo que interpretaron y pudieron confirmar es el de oro en filones de cuarzo.

Spoturno & Lara, en el mismo trabajo, se marcaron como objetivo la caracterización regional en metales nobles, en particular oro. Los autores no

encontraron antecedentes para la ocurrencia de este mineral en el área. Sin embargo, las tareas de campo permitieron identificar un área de 50km² donde detectaron 15 filones de cuarzo de rumbo ENE y buzamientos casi verticales, con espesores de 0,5-1,5m y 30-100m de extensión a lo largo del rumbo. La paragénesis mineral observada en estos filones es oro, sulfuros (pirita, galena), carbonatos (malaquita) y óxidos de hierro. Los autores describen los filones de cuarzo como de aspecto masivo o cíntrado, de colores blanco, blanco lechoso a grisáceo y en la mayoría de los casos muy fracturados según el eje de los mismos (Fig. 8). La roca caja en algunos casos también presenta minerales de alteración hidrotermal. Propusieron dos posibles orígenes para estos filones. Uno relacionado a la movilización y removilización de fluidos asociados a zonas de cizalla y otra posibilidad vincula estos filones a fluidos provenientes de intrusivos plutónicos. Para caracterizar la mineralización los autores realizaron 111 análisis de diferentes filones encontrando un rango de tenores de oro desde 0,5 a 48 ppm, con una media de 2,0 ppm. Mediante el análisis estadístico de los resultados concluyeron que existe una correlación entre los elementos Au, Cu, Pb, Zn, V, Ag para estos filones mineralizados.

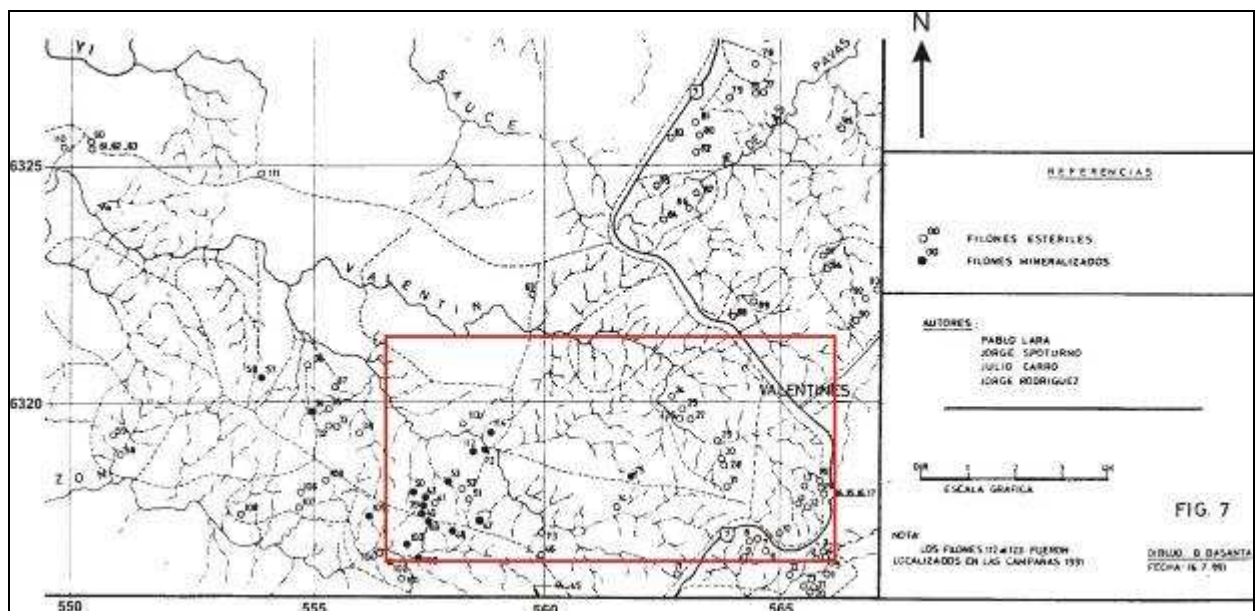


Figura 8. Mapa que muestra la ubicación de los filones identificados en la Reserva Minera XIV (Spoturno & Lara, 1991). En círculos negros los filones mineralizados, en marco rojo el área de estudio de este trabajo (Ver mapa completo en Anexo 4).

En ésta área, distintas empresas de exploración minera han trabajado realizando mallas de suelo, trincheras, perforaciones y hasta se inició una explotación artesanal. Al momento no se cuenta con información relacionada a éstas empresas pero es de conocimiento que las tareas de extracción se paralizaron en el año 2008. Hoy solo es posible identificar los lugares donde trabajaron, como una pequeña cantera donde se pueden apreciar las vetas de cuarzo.

CAPÍTULO 4: GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 GEOLOGÍA

Varios autores han mencionado la complejidad geológica de ésta zona y de la unidad que se le asigna (Fm. Valentines) debido a una historia marcada por intensos eventos deformacionales (hasta 6 para algunos autores) que dificultan la reconstrucción de la evolución geológica.

En éste trabajo, la definición de unidades se ha basado en la identificación, en campo, de distintos litotipos con una exposición considerable que ha permitido realizar su separación a la escala de trabajo considerada.

La geología del área, en general está compuesta por una sucesión de rocas metamórficas de alto grado metamórfico (Bossi & Ferrando, 2001) que se corresponde con la Fm. Valentines (Bossi & Ferrando, 2001), una secuencia sedimentaria de bajo grado metamórfico que llamaremos Secuencia Cerro Valentín (extremo Sureste) y cuerpos intrusivos graníticos. (Fig. 9).

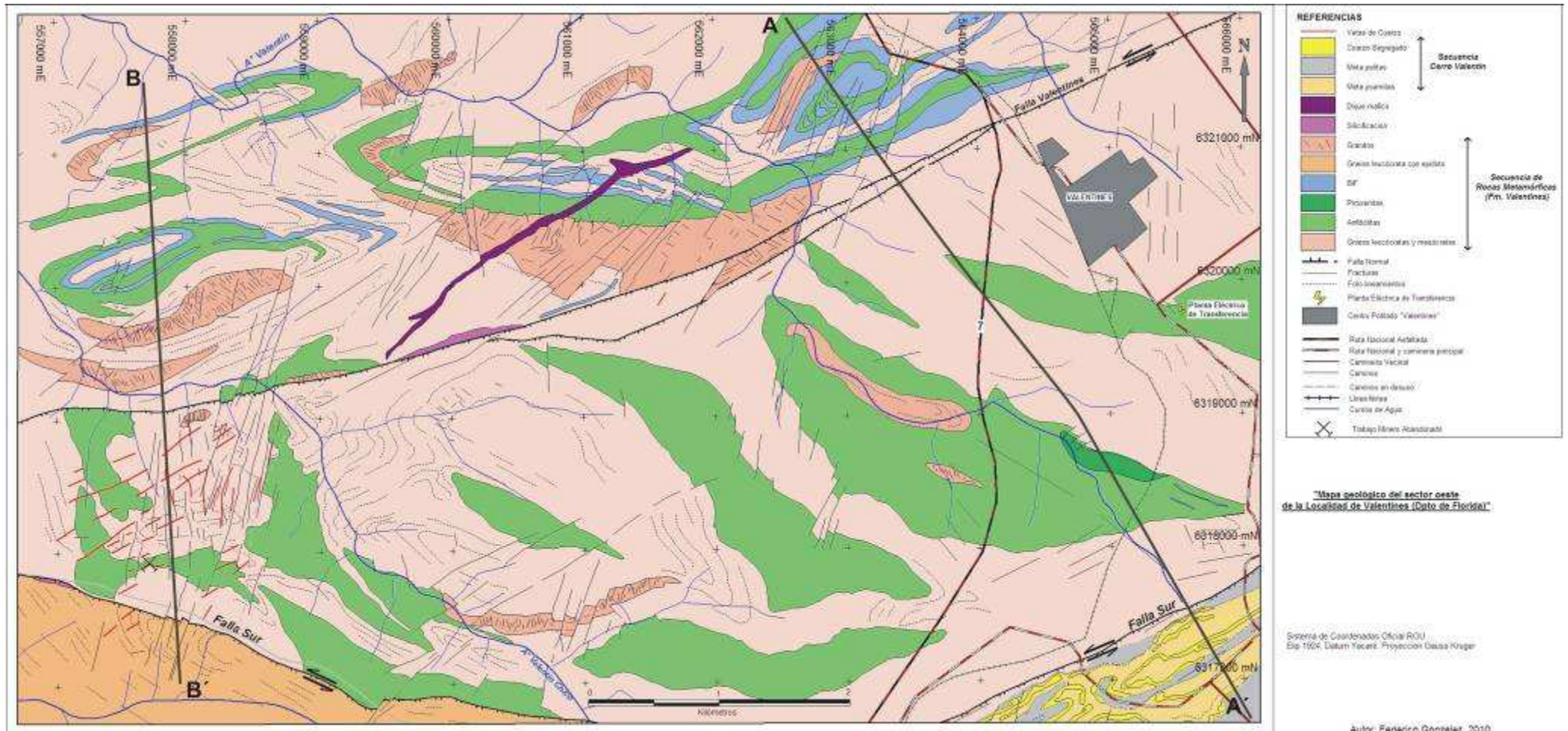


Figura 9. Mapa geológico elaborado para éste trabajo (González, 2010).

4.1.1 Litologías presentes

a) Sucesión de Rocas Metamórficas

La sucesión de rocas metamórficas es la que ocupa una mayor extensión y está constituida por gneises félsicos leucócratas y mesócratas, anfibolitas, granitos, BIF, chert (sin expresión cartográfica), rocas ultramáficas y vetas de cuarzo. Por lo general, se le asocia un grado metamórfico medio a alto (Bossi & Ferrando, 2001) mientras que otros autores le asignan facies granulita a las rocas que componen ésta unidad (Hartmann et al. 2001, Cazaux, 2008 y Vidal, 2009). Masquelin (2006) indica que esto último no está demostrado ya que un proceso de hidratación retrometamórfica habría generado pseudomorfos tremolíticos y otros minerales a expensas del piroxeno. Los contactos entre los distintos litotipos son netos, aunque la verdadera naturaleza de los mismos para todos los casos es incierta debido a la intensa deformación que ha sufrido el área. En este trabajo se ha interpretado esta unidad como una secuencia volcano-sedimentaria donde predominarían los términos volcánicos.

Los gneises leucócratas y mesócratas son de grano medio a grueso, de color naranja-marrón-verde oscuro, conforman el litotipo más común del área. Algunos autores los han descrito como gneises graníticos con oligoclasa (Bossi et al. 1965), granulitas máficas, ácidas o intermedias (Gomez Rifas & Masquelin, 1996), metagranitos, metatonalitas y metatrondhjemitas (Masquelin, 2006), ortogneises sienograníticos (Cazaux, 2008), Gneises leucograníticos (Vidal, 2009).

La composición más común de los gneises que se ha podido observar en este trabajo fue cuarzo, feldespato y piroxeno aunque también se observa anfíbol y biotita.

Localmente en afloramientos de los gneises se puede observar como la deformación afecto a este bandeamiento generando pliegues como los de la Figura 10 (abajo a la derecha). La foliación gnéisica, puede ser consecuencia de la elongación de los cristales de cuarzo y/o la orientación preferencial de cristales de anfíbol o biotita y/o cambios en la composición.

En las exposiciones se pueden observar minerales de alteración tales como clorita, sericita y epidoto (Spoturno & Lara, 1991). Estos están evidenciando una actividad hidrotermal superpuesta al metamorfismo regional así como también retrometamorfismo asociado a la exhumación de niveles profundos.



Figura 10. Se puede observar el bandeamiento gnésico así como los efectos de la intensa deformación que afecto a la unidad (abajo derecha)

Dentro de los gneises, se ha separado, en la porción sur oeste del mapa geológico, una unidad de características similares pero con un aspecto distintivo; la presencia abundante de epidoto como producto de alteración hidrotermal o retrometamorfismo. La ocurrencia de epidoto se encuentra delimitada por una falla de rumbo NO-SE que marca la presencia no significativa de epidoto al norte y la abundancia de epidoto al sur de la misma. Esto, junto a una textura reconocible en la fotointerpretación diferente a ambos lados de la falla, nos lleva a diferenciar esta unidad en el mapa.

Las anfibolitas se pueden encontrar en toda la zona de estudio teniendo mayor desarrollo en la porción sur del área. Esta litología, que se meteoriza más fácilmente, comúnmente se encuentra cubierta por suelos más desarrollados; aunque también se observaron afloramientos que permitieron identificar e interpolar este litotipo mediante fotointerpretación. Una buena exposición de las anfibolitas se puede observar en los trabajos mineros artesanales abandonados (Fig. 11).



Figura 11. Anfibolitas en trabajos mineros artesanales (izquierda) y el contacto entre anfibolitas y gneises (derecha).

Las anfibolitas están caracterizadas por un color verde oscuro-marrón. Son de grano medio y se encuentran intercaladas en dentro de la unidad anterior. Mineralógicamente presentan plagioclasa, anfíbol, piroxeno y como mineral accesorio sulfuros y magnetita (Fig. 12). En el informe de ONU (1976) las describen como constituidas por andesina y hornblenda. Los contactos con las otras unidades son netos o transicionales.



Figura 12. Banco de anfibolita intercalado con los gneises.

Estas anfibolitas se podrían correlacionar con las granulitas máficas de Cazaux (2008) quien las considera metagabros o metadioritas; mientras que Vidal (2009) las considera como de origen volcánico (metalava básica y/o meta-toba básica).

BIF; presentan relativamente buenos afloramientos en el área ocupando posiciones topográficas elevadas debido a su resistencia a la meteorización, aunque en algunos casos afloran poco debido a un menor contenido de sílice. Por lo general se los encuentra como bancos medianamente masivos debido a la intensa recristalización que han sufrido a lo largo de su historia, sin embargo también se los puede observar finamente intercalados alternando niveles de cuarzo y de magnetita (Fig. 13 y 14).

Estas rocas constituyen paquetes con potencia de entre 2-3 a 15 metros intercalados con chert, anfibolitas o gneises de menor potencia. Estas intercalaciones muestran buena continuidad lateral alcanzando en algunos casos 2000-2500 metros.

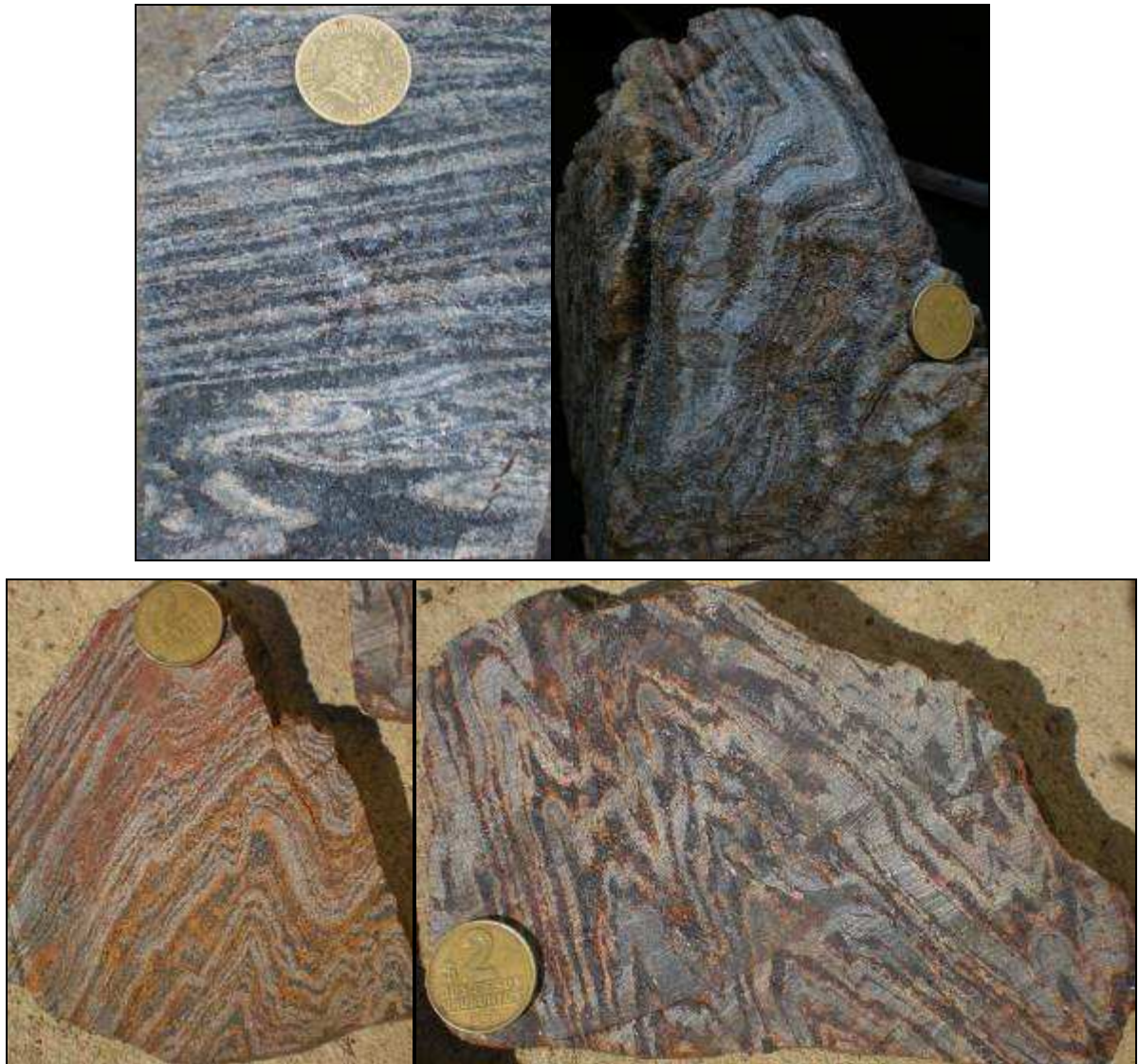


Figura 13. Niveles de BIF donde se puede observar la intercalación y el plegamiento de la unidad.

El color predominante de las BIF es el gris azulado. Dada su intercalación, es posible observar que están intensamente plegados, mostrando diferentes fases de plegamiento.



Figura 14. Niveles de BIF donde se observa el plegamiento (izquierda arriba y abajo) y el tipo de afloramiento característico (derecha).

Bossi (1963) ha descrito con detalle la composición mineralógica de éste litotipo. El mismo define una textura granoblástica compuesta por magnetita (38%), augita (30%), cuarzo (31%), apatito (0,5%), esfeno (0,5%) y como accesorio menciona pirita y esfeno. El autor menciona un proceso muy importante de meteorización de la magnetita por el cual mediante la oxidación esta se convierte en hematita o martita. Esta alteración define diferentes características fisicoquímicas que se deben tener en cuenta al considerar la posible explotación y procesamiento del mineral de hierro. Aunque éste proceso está relacionado a la cercanía con la superficie no se puede establecer una regla general ya que algunas veces apenas se presenta en superficie y aparece a profundidades importantes debido a la circulación de fluidos a través de fallas y fracturas. Bossi también menciona un tenor promedio de hierro de 38,5% y un enriquecimiento hacia la superficie debido posiblemente a la lixiviación de los productos de alteración del piroxeno. La concentración de fósforo parecería tener un comportamiento inverso con un promedio de 0,7 y el titanio con tenores variables desde 0,02% a 0,15. El titanio no sería un

inconveniente al momento del procesamiento del mineral debido a que está asociado al esfeno.

Spoturno & Lara (1991), Ellis (1998), Casaux (2008) y Vidal (2009) concuerdan con el origen sedimentario de este litotipo, aunque, algunos difieren en el ambiente de formación. Mientras que Ellis (1998) y Casaux (2008) propusieron un ambiente de margen continental pasivo para la depositación de este litotipo, Vidal (2009) planteo una nueva hipótesis donde considera que estos litotipos se habrían depositado en una cuenca de tras-arco próxima a un arco de isla. Los distintos autores definieron estos BIF con del tipo Lago Superior (Gross, 1970).

Los **Granitos** presentan textura equigranular, grano medio a grueso, de colores naranja y rosa y mineralogía clásica de cuarzo, feldespato y escasos minerales máficos como piroxenos o biotita. En estos litotipos se refleja con mayor intensidad una fase de deformación rúptil sobre una dúctil que es predominante en toda la zona de estudio. Por lo general se trata de cuerpos de bordes curvos los cuales se han definido mediante la fotointerpretación que permite separarlos de la secuencia compuesta por los gneises, anfibolitas y BIF. Se pueden interpretar como granitos formados a gran profundidad cortical.

Las **Rocas ultramáficas**, son más abundantes en el sector Este del área, pero también se las puede observar, intercaladas dentro del resto de la secuencia. Se trata de piroxenitas con aspecto masivo, grano medio a grueso, de colores marrones y verdes, aflorando escasamente (Fig.15). Coronel (1987) caracterizó un cuerpo máfico-ultramáfico un poco más al norte del área de estudio para el que menciona harzburgitas, ortopiroxenitas olivínicas y ortopiroxenitas (broncitas).



Figura 15. Afloramiento típico de piroxenitas (izquierda) y detalle de muestra de mano (derecha)

Las **vetas de cuarzo y silicificaciones** asociadas a fallas son litotipos que si bien no tienen una amplia distribución en el área son de un importante valor para definir el potencial económico del área ya que en algunos casos estas almacenan concentraciones anómalas de oro y cobre. Su representación en el mapa no es exactamente a escala ya que los espesores menores a 3 metros no lo permiten a la escala de trabajo, de todas formas se decidió señalarlos de forma esquemática. Son claramente diferenciables las vetas de cuarzo de las silicificaciones de falla. Las primeras, emplazadas en fracturas abiertas, están compuestas por cuarzo blanco lechoso, malaquita, azurita, sulfuros y oro libre. Las vetas se emplazaron utilizando dos direcciones principales de fracturación N25° y NS (Fig.16). Los espesores varían de entre 1 a 3-5 metros y la continuidad lateral alcanza los 15-40m.

Un muy buen ejemplo de la ocurrencia de estas vetas se puede observar en un área que fue afectada por la explotación artesanal hasta el año 2008 donde se recogió una muestra para realizar análisis químicos.

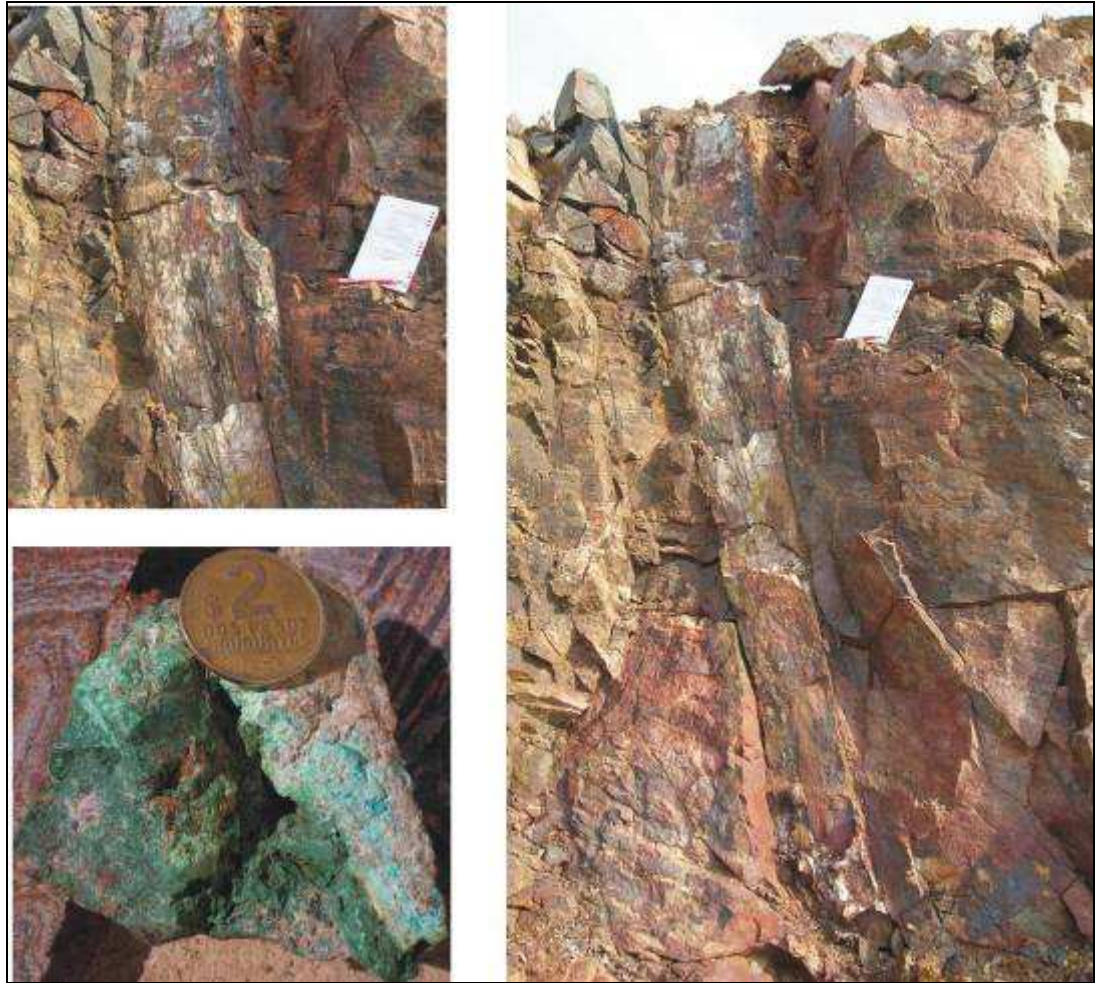


Figura 16. Vetas de cuarzo expuestas en trabajos mineros artesanales (izquierda arriba y derecha) y muestra de mano con malaquita y azurita (abajo izquierda).

Por otro lado las silicificaciones se alojan en las dos grandes fallas que afectan el área. Se identificaron una en el extremo sur oeste y otra en el centro (falla Valentines) de dirección E-SE y E-NE respectivamente. Las silicificaciones son más potentes que las vetas de cuarzo llegando a alcanzar la decena de metros en algunos puntos específicos (Fig.17).



Figura 17. Silicificación de falla y afloramiento típico.

La composición de las silicificaciones asociadas a fallas es esencialmente cuarzo sacaroide con fractura concoidal característico de este tipo de rocas, abundantes óxidos de hierro, sulfuros frescos, sulfuros oxidados y en algunos casos porciones de la roca caja que se han preservado (Fig.14). Cabe destacar que no se pudo constatar la presencia de oro visible (en este último litotipo) aunque si se comprobó la existencia mediante análisis químicos. Esta anomalía quizás sea producto de la removilización de componentes de las vetas de cuarzo o estén relacionadas con el evento que generó las vetas.

La presencia de **diques** de variada composición es común en toda el área. Los más abundantes son básicos aunque también los hay de composición granítica y pegmatítica. También se observó un filón de gabbro de algunos metros de espesor (Fig.18).



Figura 18. Afloramiento y detalle de filón de gabbro

b) Secuencia Cerro Valentín

Una última unidad se ha señalado en el extremo sureste del área; se trata de otra secuencia volcánico-sedimentaria que llamaremos **Secuencia Cerro Valentín** ya que, en la base de dicho cerro se puede observar una buena exposición de la misma. Masquelin (2006) menciona para la región una secuencia clástica que correlaciona con la formación Cerros San Francisco (Gaucher, 2000) y otra carbonatada que correlaciona con la formación Cerro Victoria (Gaucher 2000); se podría atribuir esta unidad (Sec. Cerro Valentín) a estas formaciones, especialmente a la Fm San Francisco (Gaucher 2000). Se diferencia claramente del resto del área de estudio ya que está compuesta por una intercalación (rítmica) de metaarenas, metapelitas, metapsamitas y rocas verdes de bajo grado metamórfico. Un miembro característico de esta unidad son los niveles de cuarzo blanco, segregados durante la deformación. Ocupan, por lo general, posiciones altas en la topografía debido a su gran resistencia a la meteorización (Fig.19).



Figura 19. Exposición de sedimentos en camino (izquierda y abajo derecha), fenómeno de segregación de cuarzo a menor escala (arriba derecha).

Estas litologías se encuentran depositadas discordantemente sobre las rocas metamórficas de alto grado (*sucesión de rocas metamórficas* en este trabajo, Fm Valentines (Bossi & Ferrando, 2001)) (Fig. 20). Este contacto se ha observado localmente afectado por una gran falla normal de dirección NE. Además se pudo identificar una deformación polifásica que afectó a ésta secuencia donde, una superficie S_0 plegada es cortada por una esquistosidad marcada (S_2) acompañada de una intensa cataclasis. Quizás no se trate de la formación Cerro Victoria y/o San Francisco (Gaucher, 2000) ya que presenta metamorfismo y deformación contrariamente a lo que menciona el autor al definir la unidad.



Figura 20. Contacto Sec. Cerro Valentín (tope) y Sec. de rocas metamórficas (base) (izquierda), ejemplo de pliegues (derecha)

4.2 Estructura del área

La estructura general del área si bien es compleja se puede dividir en distintos bloques separados por grandes discontinuidades y con características litológicas y estructurales distintas.

El sistema de fallas que permite la separación de estos bloques se caracteriza por grandes fallas de dirección general E-NE al norte y con dos direcciones principales NO y NE al sur; ambas normales pero con una componente de desplazamiento de rumbo de sentido sinistral. El carácter normal se infiere a partir de la hipótesis de evolución geológica del área (ver **4.3**) (Fig.20) ya que no se pudieron evidenciar claros indicadores cinemáticos en el campo. Sobre ambas fallas se pueden observar milonitas, tanto máficas como félsicas, así como también silicificaciones.



Figura 20. Milonitas de falla que afloran en el Arroyo Valentín, se corresponden con la Falla Valentines

La falla Norte denominada falla Valentines tiene un rumbo general $N30^{\circ}40'$, buzando $60^{\circ}70'$ al SE. Esta falla aflora muy bien en distintos puntos donde se pudieron observar indicadores cinemáticos los cuales permitieron interpretar una componente transcurrente sinistral (Fig.21). Spoturno & Lara (1991) llamaron a esta estructura “cinturón de cizallamiento Valentines”.

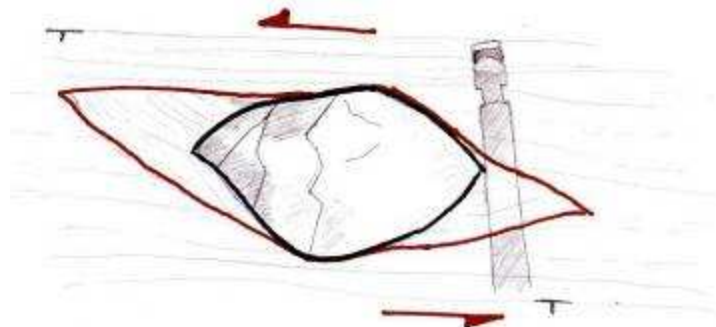


Figura 21. Indicador cinemático sinistral de la Falla Valentines

La falla normal que se observa en el extremo Sureste y Suroeste del mapa también tiene una componente de carácter transcurrente sinistral, llamaremos a esta Falla Sur (Fig. 22 y Fig. 23).



Figura 22. Falla típica del sector sur este y sur oeste (ambas) e indicador cinemático sinistral

En el extremo Sureste el rumbo es similar al de la falla Valentines (N30°-40°) y buza también al sur entre 60°-80°. La misma afecta a litologías tanto de la sucesión de rocas metamórficas como a las de la secuencia sedimentaria más moderna (Secuencia Cerro Valentín) y en algunos puntos retoma este contacto litológico aprovechando la discontinuidad.

Esta misma falla hacia el extremo Suroeste del área de estudio cambia de rumbo adoptando una dirección NO. La mejor evidencia de ésta falla en este sector es una gran silicificación de falla que se encuentra mineralizada. También se observa un claro contraste en las fotografías aéreas y en las rocas al sur de la falla, se observa, de forma muy característica, mucho epidoto como mineral de alteración.

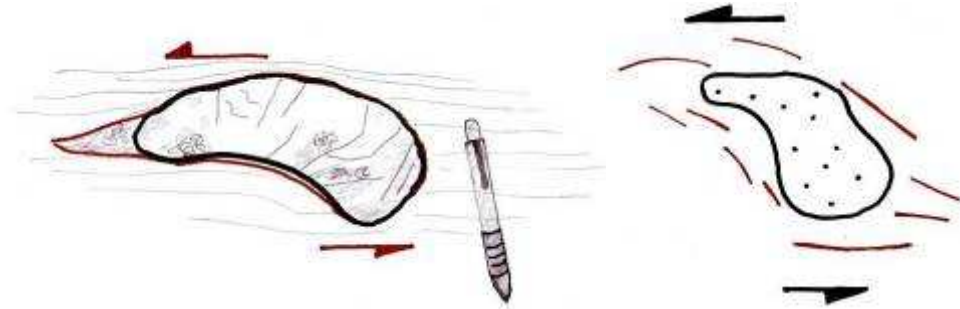


Figura 23. Indicador cinemático sinistral de la falla sur este que afecta litologías de la sucesión de rocas metamórficas.

Utilizando como limites estas fallas (Valentines y Sur) se propone definir tres bloques de sur a norte: **I**, **II** y **III** (Fig. 24). Estos bloques se diferencian en su estructura geológica, litotipos y potencial de ocurrencia de RRMM por lo que se encontró conveniente separarlos entre sí.

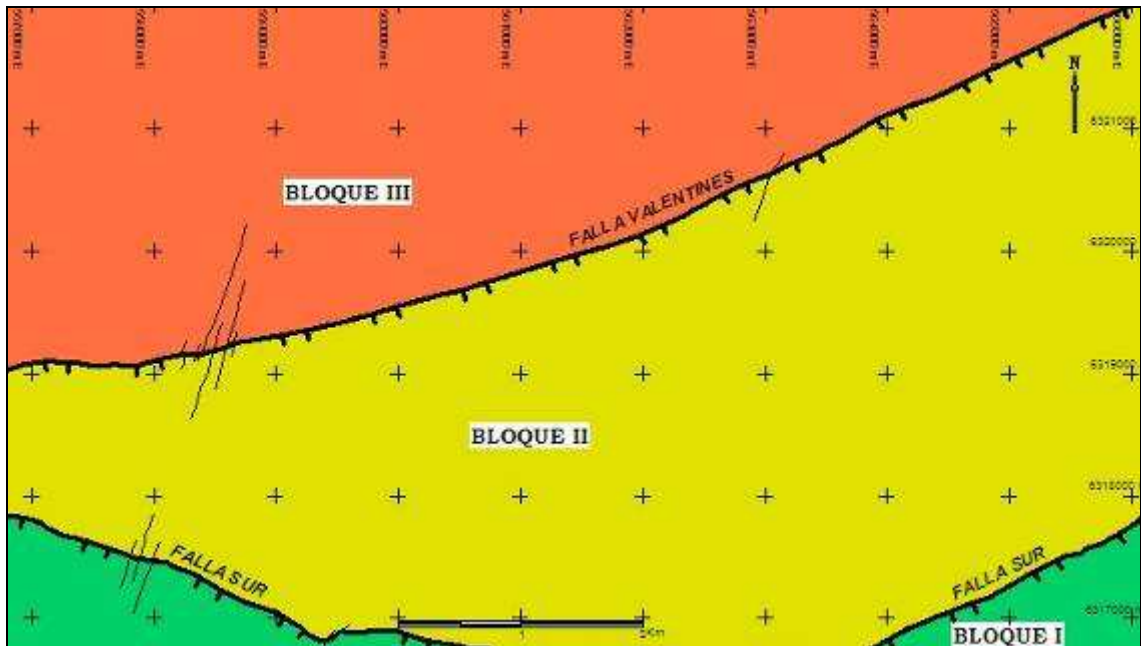


Figura 24. Esquema de bloques tectonoestratigráficos

Bloque I

Este bloque cubre una pequeña porción del área de estudio y donde sus rasgos estructurales están mejor definidos es en el extremo Sureste al Sur de la falla Sur. Aquí la deformación dúctil-rúptil es la que predomina. Se observan pliegues anisopacos de ejes aproximadamente verticales.

Bloque II

Se encuentra al Sur de la falla Valentines y al Norte de la falla Sur es el bloque más grande. Los litotipos característicos de este bloque son gneises, anfibolitas y vetas de cuarzo. Si bien se trata litologías similares a las del bloque **III** la principal diferencia es que no se encuentran BIF pero si hay ocurrencias en zona Suroeste de vetas de cuarzo mineralizas (Au). El arreglo estructural de este bloque es diferente del anterior como se puede apreciar al observar el mapa geológico y hasta sugiere un patrón de interferencia similar al de domos y cubetas. Observando el mapa geológico la dirección principal del segundo plegamiento parecería ser NO-SE. Al parecer, la deformación que ha sufrido este bloque (dúctil-rúptil) no fue la misma que afecto al Bloque Norte; aquí los pliegues no son tan apretados como en el norte y la amplitud de los mismos sugiere una deformación progresiva no tan intensa.

Bloque III

Localizado al Norte de la falla Valentines está compuesto por gneises, anfibolitas, granitos, chert, diversos diques y BIF. Esta asociación litológica y en especial la presencia de BIF, son la característica principal de este bloque ya que solo se los observa al norte de la falla (Valentines), salvo una pequeña ocurrencia hacia el extremo Este del área de trabajo. Para éste bloque se puede observar un intenso plegamiento que genera una figura de interferencia compleja, muy particular cuando se observa el mapa geológico. El evento principal es la deformación dúctil que se evidencia con el intenso plegamiento de la sucesión volcánico-sedimentaria. Los pliegues que se pueden observar son variados aunque en algunos casos se pueden identificar pliegues de plano axial inclinado, anisópacos, asimétricos, entre otros. La presencia de al menos tres fases de deformación se puede determinar con observaciones de campo (Fig. 13). Dos fases se aprecian en afloramientos y una tercera fase es la que dibuja el esquema regional del área. La dirección más marcada es la que genera planos axiales de dirección NE, también se aprecia (porción centro Norte del mapa) una traza de plano axial plegada generada por otro evento, esta nueva fase parecería tener un eje principal NS (Ver Mapa Geológico Fig. 9).

4.3 Hipótesis de evolución geológica del área.

La zona es estructuralmente compleja y debido a la intensa deformación sumada a un metamorfismo de alto grado se hace difícil definir una evolución geológica definitiva. La propuesta evolutiva que se plantea en este trabajo es especulativa y fundada básicamente en observaciones de campo y material encontrado en la bibliografía.

La compleja historia geológica antes mencionada imposibilita determinar el basamento donde se depositó la secuencia volcánico sedimentaria más antigua identificada en este trabajo (Sucesión de rocas metamórficas, Fm Valentines, Bossi (1966)). Por lo que se presenta una hipótesis de evolución geológica a partir de la depositación de dicha secuencia volcánico sedimentaria.

Se propone que la primera unidad que se habría depositado es la Sucesión de rocas metamórficas (Fm Valentines, Bossi 1966). Esta sucesión volcano sedimentaria la componen las siguientes litologías: gneises félsicos leucócratas y mesócratas, anfibolitas, BIF y chert. En la revisión bibliográfica se pudieron identificar dos ambientes diferentes para la depositación de esta secuencia. Ellis (1998) y Casaux (2008) coinciden en que se trato de un ambiente de margen continental pasivo para la depositación de la secuencia y generación de BIF. Por otro lado Vidal (2009) propone que estos litotipos se depositaron en una cuenca de tras-arco próxima a un arco de isla. Este autor propuso que la fuente de aporte de hierro está asociada a un ambiente volcanogénico hidrotermal exhalativo. En lo que respecta a la edad de esta unidad que contiene BIF, Casaux (2008) menciona una edad mayor a 2.14 Ga mientras que Vidal (2009) le asigno una edad en el entorno de 2.14 Ga. Por otro lado, Masquelin (2006) describe a los granitos del área de estudio como paleoproterozoicos (2.7 Ga U-Pb SHRIMP en núcleo de zircones, Hartmann et al. 2001) por lo que asigna a la Fm. Valentines una edad mayor a la de estos granitos (3,4-2,7 Ga).

Seguido a la depositación de esta unidad se habría sucedido al menos un evento deformacional anterior a la intrusión de los granitos (2,7 Ga) y otro posterior, alrededor de los 2,0 Ga. Los distintos autores coinciden con este evento deformacional (2,0 Ga) que ha sido identificado tanto en la Isla Cristalina de Rivera (ICR, Casaux 2008, Vidal 2009) como en la región de Valentines (Masquelin, 2006) al que relacionan con el alto grado metamórfico alcanzado para toda la unidad.

Masquelin (2006) menciona la ocurrencia de granitoides mesoproterozoicos deformados y un pluton de afinidad rapakivi un poco más al Sur del área de estudio de este trabajo que constituyen un batolito anorogénico. Esto último sugiere un nuevo evento tectono térmico en el área.

La evolución geológica continúa con un hiato en el registro geológico durante el cual la Sucesión de rocas metamórficas (Fm. Valentines) llegaron a estar expuestas en la superficie. Este hiato fue identificado en la ICR por Casaux (2008) y Vidal (2009) y por Masquelin (2006) para el área de estudio. El siguiente registro es la depositación de la Secuencia Cerro Valentín

correlacionable con el Grupo Arroyo del Soldado (Gaucher, 2000). Estas litologías se apoyan de forma discordante sobre rocas de la secuencia de alto grado metamórfico. Esta secuencia integrada por metalimos, metapelitas, metapsamitas y rocas verdes de bajo grado metamórfico se habría depositado en una cuenca de margen pasivo hacia fines del Neoproterozoico (Ediacareense). Esta secuencia supracortical fue posteriormente afectada por deformación (2 fases, dúctil-rúptil y rúptil) y metamorfismo (bajo grado). Casaux (2008) y Vidal (2009) colocan los eventos que produjeron la deformación y el metamorfismo de esta unidad dentro de la Orogénesis Brasileña (650-550 Ma).

El último evento que se registro en el área de estudio fue de carácter rúptil. Este evento provoco la formación de grandes fallas normales con una componente transcurrente sinistral (Falla Valentines y Falla Sur) que enfrentó distintos bloques (Fig 24 y 25). Estos bloques en superficie muestran distintas porciones de la cuenca, que han estado a diferentes profundidades en la corteza. Estas fallas fueron interpretadas como zonas de cizalla por Spoturno & Lara (1991).

Quizás asociadas a la evolución de este sistema de fallas se forman las vetas de cuarzo (N25) mineralizadas en la porción Suroeste del área y las silicificaciones asociadas a las mismas. También se observan otras vetas NS que posiblemente se formaron por removilización de las anteriores a través de un sistema de fracturas. La relación entre la formación de estos filones y estas fallas no es clara y debería ser objeto de estudio más detallado ya que estos también podrían estar relacionados a fluidos hidrotermales provenientes de cuerpos intrusivos.

En la figura 24 y 25 se puede ver la disposición actual de las diferentes unidades litológicas producto de la evolución propuesta. El corte AA´ se ubica al este del área de estudio, mientras que el BB´ se sitúa en el extremo oeste del área de estudio (Fig 9, pag 27).

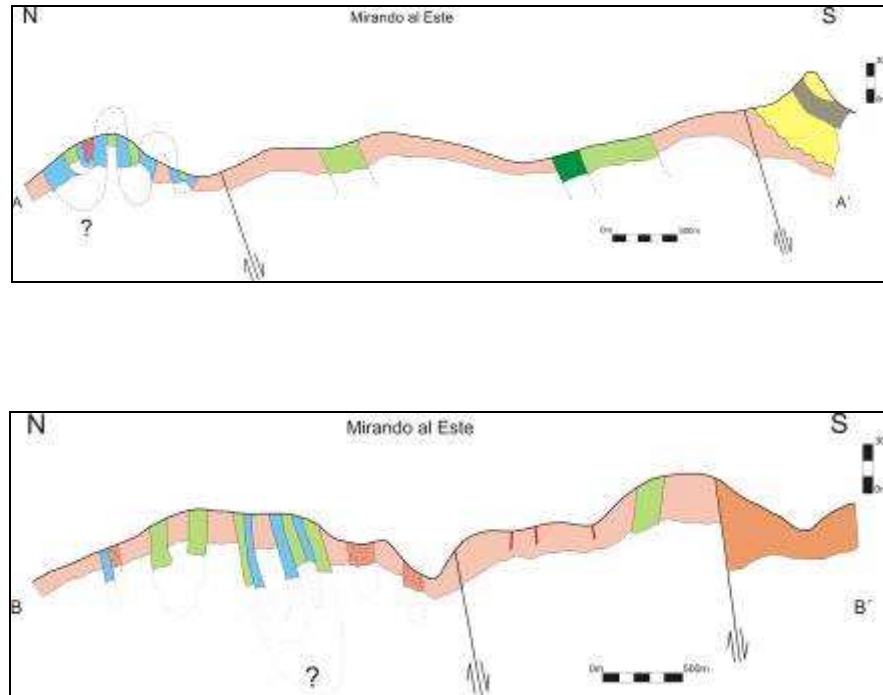


Figura 24. Secciones geológicas que ilustran la estructura del área. Sección AA' ubicado al este del área y sección BB' ubicado al oeste del área.

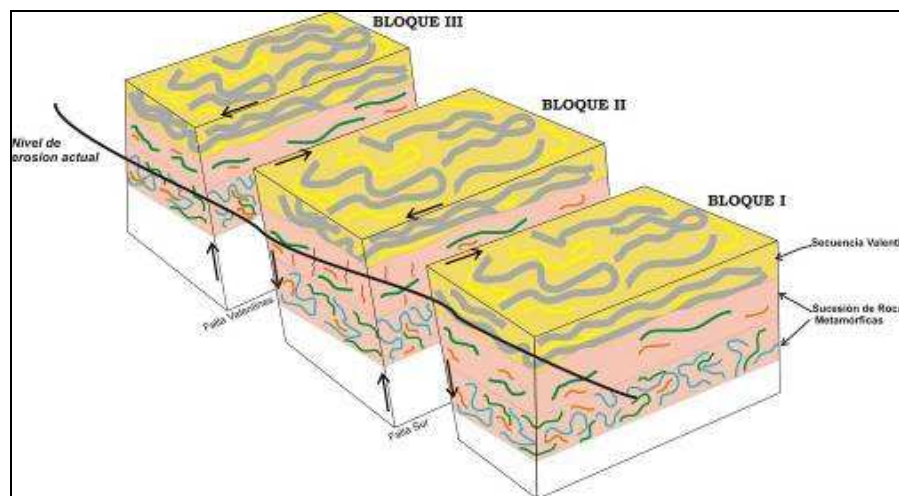


Figura 25. Bloque diagrama ilustrando de forma esquemática la estructura del área, el efecto de las fallas normales y la exposición actual de los distintos niveles de la sucesión de rocas metamórficas (Fm. Valentines).

La ocurrencia de BIF y vetas de cuarzo mineralizadas con oro posicionan a la región como favorable para la ocurrencia de yacimientos minerales. Estos litotipos representan diferentes eventos concentradores de minerales anómalos. Los BIF, más antiguos, son niveles que debido al intenso

plegamiento de la unidad adquieren espesores secundarios significativos que los califican como potencial recurso ferrífero. Por otro lado, las vetas de cuarzo (mas jóvenes) presentan minerales de cobre y oro lo que las convierte en una zona de interés para la prospección de éste metal.

CAPÍTULO 5: RECURSOS MINERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Luego de la confección del mapa geológico y utilizando criterios litológicos, estructurales, logísticos y geoquímicos se elaboró un mapa de recursos minerales (Fig.26).

En éste caso, se definieron bloques según los distintos potenciales observados e inferidos a fin de delimitar áreas que ameriten distintos enfoques a la hora de realizar las tareas de exploración y prospección mineral. Llamaremos a los bloques Norte y Sur a la vez que limitaremos un sub bloque Suroeste que requiere un tratamiento algo diferente.

También se ha señalado un área de posible aporte de materiales áridos para la construcción de caminería o de viviendas. Para este trabajo, se decidió señalar las zonas afectadas por la actividad agrícola forestal. Esto es importante porque en los últimos años se ha generado una competencia directa por el uso de la tierra entre ésta actividad y la minería. Además se han señalado las anomalías geoquímicas definidas en la campaña de geoquímica estratégica realizada por la Dinamige.

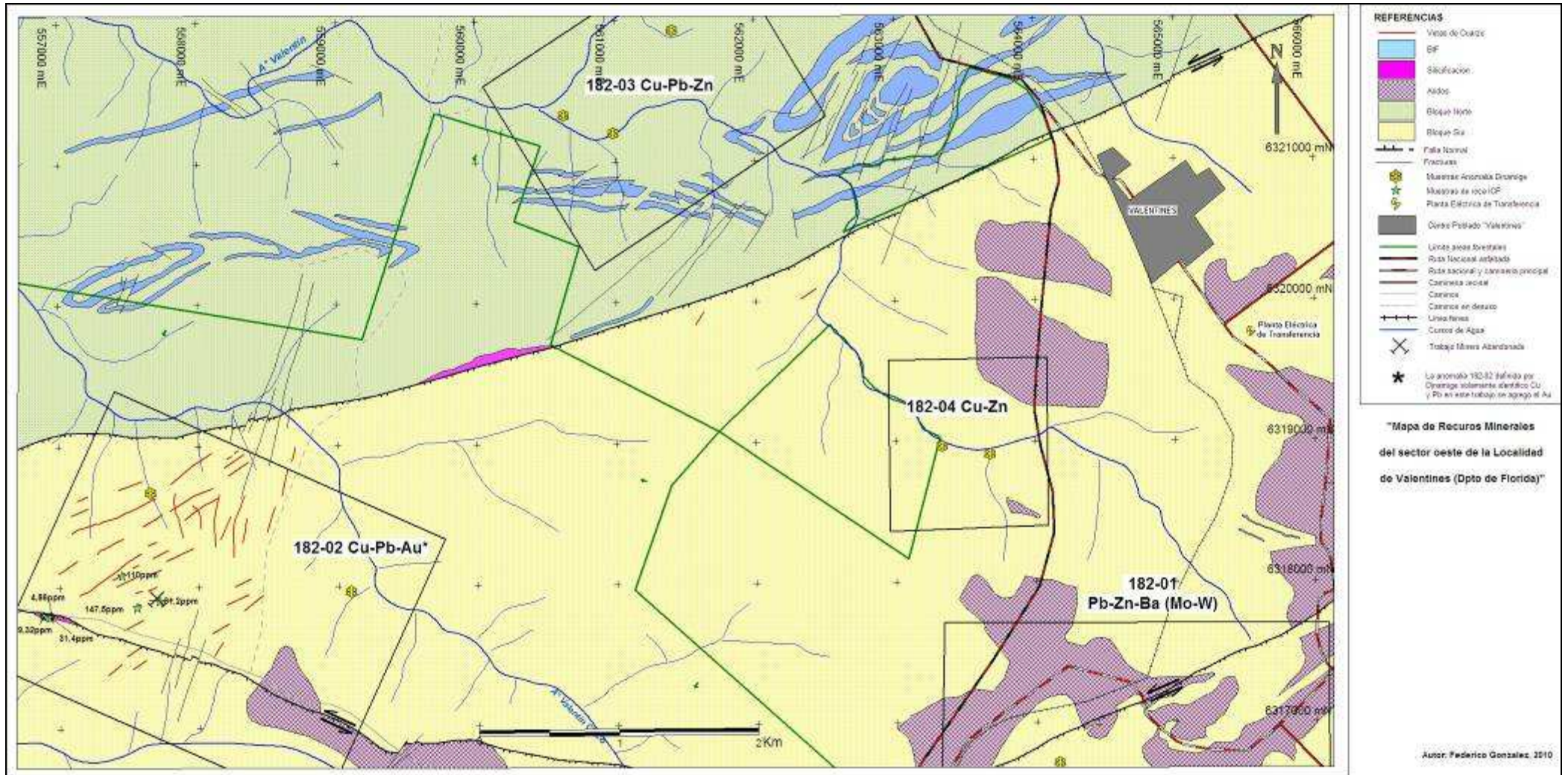


Figura 26. Mapa de Recursos Minerales.

5.1 Bloque Norte

Comprende la porción del área al norte de la Falla Valentines y los niveles de BIF que se han identificado, constituyen la roca mineralizada con hierro.

Al parecer el hierro sería el elemento para el cual existe un gran potencial de encontrar concentraciones de carácter económico en el bloque. El desplazamiento asociado a esta falla (Valentines) puso en contacto niveles diferentes de la cuenca y es al Norte de la misma donde se exponen los niveles de BIF con espesores suficientes como para considerar su potencial prospectivo.

La existencia de estos niveles ferríferos es bien conocida y aunque en el pasado no se han reportado resultados positivos (para nuestra área en particular) las concentraciones de hierro mencionadas (~30% Fe) y ensayos metalúrgicos favorables para el procesamiento del mineral soportan la consideración de este potencial recurso.

Las anomalías geoquímicas registradas por la Dinamige en este bloque es posible asociarlas al bloque sur ya que el área de aporte abarca parte de éste último bloque.

5.2 Bloque Sur

Este bloque ubicado al sur de la Falla Valentines el principal potencial mineral es la prospección por oro. En este bloque no son significativas las ocurrencias de BIF ya que se trata de otra posición en la cuenca, pero la ocurrencia de vetas de cuarzo mineralizadas con oro le aporta un gran potencial prospectivo.

Como se mencionó al inicio del capítulo, ha sido necesario definir un sub bloque Suroeste donde se ha constatado la presencia de vetas de cuarzo mineralizadas con oro. Para este sub bloque se planteará, más adelante (Capítulo 6), un particularmente diferente. Las vetas fueron muestreadas durante la realización de este trabajo para corroborar la intensidad de la mineralización. Como resultado de las muestras analizadas por el método ICP se corroboró la

existencia de concentraciones anómalas de oro (31-147ppmAu) así como también de Ag, Pb, Cu, Zn y Bi. (Tabla 2) Además de las muestras de las vetas se recolectaron muestras de una silicificación de falla ubicada en el extremo Suroeste obteniendo resultados positivos (4-31ppmAu). Esta silicificación es muy similar a la encontrada en la porción central del área asociada a la falla Valentines por lo que no se descarta una posible correlación ya que ambas fallas pueden haber sido canales para la circulación de fluidos mineralizantes. (Tabla 2) (Ver anexo 3)

Tabla 2. Muestras analizadas por ICP

Muestra	X (GK_Uy)	Y (GK_Uy)	Descripción geológica	Au ppm	Ag ppm	As ppm	Bi ppm	Cr ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
60	556934	6317807	Silicificación	4,9	0,0	6,0	29,0	21,0	31,0	12,0	7,0
61	556932	6317794	Silicificación	31,4	3,5	10,0	105,0	23,0	128,0	46,0	3,0
62	556885	6317802	Silicificación	9,3	0,0	6,0	67,0	123,0	91,0	48,0	25,0
63	557714	6317907	Veta de Cuarzo	31,2	6,2	0,0	301,0	10,0	5130,0	267,0	18,0
72	557446	6318090	Veta de Cuarzo	110,0	81,4	38,0	3910,0	20,0	>10000	2750,0	29,0
73	557554	6317859	Veta de Cuarzo	147,5	22,2	27,0	775,0	7,0	>10000	173,0	46,0

Distintas anomalías identificadas por la Dinamige (182/01-04) se encuentran en este bloque Sur que merecen nuestra atención. La anomalía 182-01 (Pb-Zn-Ba-Mo-W) está vinculada a un área fuente principalmente compuesta por litologías de la Secuencia Cerro Valentín. Esta asociación de elementos anómalos no permite descartar la posibilidad de una mineralización de carácter económico ya que la presencia de rocas volcánicas intercaladas supone un posible ambiente propicio para la generación de yacimientos minerales.

Posiblemente la anomalía más estudiada y a la que más tarde (Informe de Exploración en la Reserva Minera XIV; Spoturno & Lara, 1991) se asocio la presencia de vetas mineralizadas con oro es la anomalía 182-02 (Cu-Pb). Esta zona en este trabajo ha sido chequeada y confirmada con 6 muestras de roca mineralizada que se muestran en el mapa de Recursos Minerales (Fig.26).

La anomalía 182-03 (Cu-Pb-Zn) merece un poco más de desarrollo. La misma está constituida por dos muestras tomadas sobre el curso del arroyo Valentín anómalas en Cu y Zn mientras, que una tercera muestra ubicada en

un afluyente del mismo es anómala en plomo. Si bien se requiere un mapeo de detalle del área para analizar mejor esta anomalía suponemos que los valores de Cu y Zn se asocian al evento mineralizante que generó las vetas de cuarzo y las silicificaciones de falla antes mencionadas en el Suroeste y centro del área. Además cabe mencionar que se trata de sedimentos traídos por el arroyo Valentin desde el bloque Sur; quizás proveniente de la Falla Valentines que se encuentra dentro del área fuente. Por otro lado, el valor de plomo anómalo genera una interrogante acerca de la existencia de algún registro en el bloque Norte del importante evento mineralizante identificado para el bloque Sur. De todas formas, como recomendaremos más adelante, todas estas anomalías deben ser confirmadas con una nueva campaña de muestreo.

Por último los valores de Cu- Zn de la anomalía 182-04 se corresponden con el evento mineralizante identificado en el bloque. La cercanía a las exposiciones de piroxenitas quizás podría explicar estos valores anómalos, por lo que también se propone estudiar más al detalle el caso.

5.3 Áridos

Las zonas de posible extracción de estos materiales se definieron utilizando diferentes factores. Primero se estableció una distancia de 500 metros a la caminería principal, una ubicación topográfica favorable y la distancia a los cursos de agua suficiente como para que los perfiles de alteración no sean muy profundos.

Luego se descartaron las zonas donde las litologías fueren anfibolitas y/o meta pelitas ya que presentan profundos niveles de intemperismo. Por último se descartaron aquellas áreas donde existe un claro potencial para otros recursos tales como oro y hierro, la localidad de Valentines y la planta eléctrica de transferencia.

Como resultado se delimitaron zonas donde el litotipo predominante son gneises félsicos donde se pueden extraer materiales como balasto, piedra partida, etc.

5.4 Agua Subterránea

La prospección de este recurso hídrico en una zona constituida básicamente por rocas cristalinas no es sencilla y se debe apuntar a zonas de intensa fracturación. Las principales direcciones de fracturación son NE y NW. Si se busca abastecer una actividad industrial de mediano o gran porte es recomendable utilizar métodos indirectos (geofísicos) para lograr buenos resultados.

CAPÍTULO 6: DEFINICION DE POTENCIAL y PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO.

En éste último capítulo se definirá el potencial del área para la ocurrencia de yacimientos económicos de hierro y oro, se plantearan propuestas de trabajo a seguir y se mencionaran otros aspectos que deben considerarse al momento de la toma de decisiones que involucren los proyectos futuros.

Los antecedentes mencionan, para un área muy cercana, 33 millones de toneladas (mT) comprobadas de mineral de hierro. También mencionan que los resultados en el cerro Mulero no se consideraron favorables (0,7mT). Sin embargo hay que considerar, además del cerro Mulero, otros niveles encontrados hacia el Oeste que merecen atención. Se ha tomando en cuenta para realizar un cálculo estimativo de cantidad de mineral de hierro potencial, las potencias medias de todos los paquetes (considerados como cuerpos tabulares ya sea inclinados o subhorizontales) que contienen BIF y su expresión en superficie a lo largo del rumbo se realizó un cálculo estimativo. El resultado obtenido utilizando como valor de densidad 3,4 definido por los trabajos previos y hasta una profundidad de 150 metros es aproximadamente 160mT de mineral de hierro. (Ver Anexo 6)

Cabe aclarar que este número no posee ningún valor, salvo para indicar el potencial del área; que tanto los valores de contenido de hierro y densidad se tomaron de los antecedentes y que se considero a los cuerpos mineralizados

dentro del área de estudio como de características similares a los estudiados en los antecedentes (ONU 1976). A este cálculo se le podrían sumar los resultados obtenidos de ensayos metalúrgicos que fueron realizados por las Naciones Unidas los cuales indican una recuperación por encima del 93% durante el proceso de beneficiamiento (Ver Anexo 1) y la escasa presencia de elementos contaminantes en el producto final. Si utilizamos las leyes promedio de hierro, también calculadas por las Naciones Unidas (32%Fe), estaríamos hablando de aproximadamente 50mT de hierro potenciales en el área de estudio. Todo esto, confirma el potencial del área para la ocurrencia y posterior desarrollo de un yacimiento de mineral de hierro de valor económico.

Para confirmar este potencial se han propuesto una serie de trabajos a realizarse que deben abarcar aspectos geológicos, logísticos, metalúrgicos, económicos (Tabla 3). (Ver Anexo 5)

Tabla 3. Propuesta de trabajo para el bloque Norte.

Tarea	Tiempo (estimado)	Objetivo
Mapeo Geológico de detalle (1:1000 o 1:2000)	4 meses - 1 año	Definir la estructura del área, confeccionar un plan de perforación, búsqueda de nuevas áreas
Campaña de Perforación (malla 100x50, hasta 200m profundidad vertical, 40000m)	1-1,5 años	Confirmar-Definir estructura geológica y su continuidad en profundidad, Geotécnica, Geoquímica, Ensayos Metalúrgicos, Definición del Producto
Calculo de Recursos (Reservas?)	1-1,5 años	Realizar un modelo geológico 3D, modelo de bloques, geoestadística, parámetros de extracción minera y económicos
Logística	1 año	Determinar la capacidad disponible, la demanda futura, la salida del producto, ubicación de planta de proceso,cetc
Económicos	2 años	Estudios financieros, de mercado para el producto, costos de extracción y beneficiamiento
Otros (Sociales, Medioambientales, etc.)		Establecer niveles de base para EIA, disponibilidad y planes de capacitación de recursos humanos, etc.

En lo que respecta al oro, el potencial prospectivo es claro como se pudo confirmar mediante los análisis geoquímicos realizados y la revisión de antecedentes aunque aún queda mucho por hacer.

En el informe de la Reserva Minera XIV, Spoturno & Lara (1991) identifican 15 vetas mineralizadas con valores de entre 0,5-48 g/ton (media de 2,099 g/ton), espesores de entre 0,5-1,5m y extensiones a lo largo del rumbo de hasta 100 metros. Debido a que en este trabajo llegamos a resultados similares realizaremos el siguiente ejercicio con los resultados obtenidos para evaluar el potencial del área.

Para el sub bloque Suroeste en este trabajo se han detallado alrededor de 40 vetas de cuarzo y silicificaciones de falla, aunque solamente se consideraran 20 vetas como potenciales antes de confirmar las anomalías en el resto. Se consideró un espesor promedio de 3 metros y una extensión a lo largo del rumbo promedio de 40m para alcanzar un volumen de 4800m³ hasta los 20m de profundidad (se pudo observar en los trabajos, artesanales que algunas veces las vetas solo se extienden algunos metros en profundidad). (Ver Anexo 6)

Si utilizamos como densidad promedio la del cuarzo (2,7) obtenemos 130000 ton. (Aprox), la interpolación de una ley promedio a este volumen es bastante más compleja ya que el comportamiento del oro es particularmente difícil de describir. Abstrayéndose de lo anterior utilizaremos las muestras tomadas en el campo (6) para realizar una asunción preliminar.

Si se utilizan todas las muestras se obtiene un promedio de 55 ppm y si se utilizan solamente las que están por debajo de este promedio (4) se obtiene un valor de 20 ppm. Para éste cálculo se optó por usar un valor más conservador de 10 ppm evitando el efecto “pepita” de algunas muestras (100 y 147 ppm). Para lograr definir un potencial conservativo también utilizaremos el valor medio de 2 g/ton obtenido por Spoturno & Lara (1991).

Finalmente llegamos a evaluar un potencial de entre 8000-40000 onzas de oro para este sub bloque. Cabe aclarar que este número no posee ningún

valor, salvo para indicar el potencial del área y que no califica como recurso mineral de ningún tipo.

En el caso del Bloque Sur, el potencial es considerable por lo que se debe realizar un enfoque distinto al propuesto para el bloque Norte para continuar con las tareas de exploración y prospección mineral. Para confirmar este potencial se han propuesto distintas tareas, desde una prospección aluvional regional, mapeo geológico de detalle, muestreo de suelos y rocas, trincheras, perforaciones, etc. (Tabla 4) (Ver Anexo 5).

Tabla 4. Propuesta de trabajo para el bloque Sur.

Tarea	Tiempo (estimado)	Objetivos
Muestreo geoquímico aluvional regional (toda el área)	1-2 meses	Confirmar anomalías de Dinamige y Determinar anomalías
Mapeo geológico semi y detalle (1:5000 y 1:1000)	1-2 años?	Chequeo de anomalías geoquímicas, estructura geológica, muestreo de rocas, definición de potencial y confección de mallas de suelos y trincheras
Muestreo Suelos-Trincheras (malla 50x20)	1 año?	Acotar y definir anomalías, mapeo trincheras, definición estructura geológica, confección de malla de perforación
Campaña de Perforación (malla 50x25 o 25x25)	?	Definir extensión y potencia de las vetas o silicificaciones, caracterización geoquímica
Calculo de Recursos (Reservas?)	?	Realizar un modelo geológico 3D, modelo de bloques, geoestadística, parámetros de extracción minera y económicos
Logística	1 año	Determinar la capacidad disponible, la demanda futura, la salida del producto, ubicación de planta de proceso, etc.
Económicos	2 años	Estudios financieros, de mercado para el producto, costos de extracción y beneficiamiento
Otros (Sociales, Medioambientales, etc.)		Establecer niveles de base para EIA, disponibilidad y planes de capacitación de recursos humanos, etc.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

Luego de exponer y analizar los datos, así como la información disponible se concluye que el potencial del área es considerable y amerita continuar con los estudios de prospección mineral.

La geología del área está compuesta por una Sucesión de Rocas Metamórficas (Arqueana-Paleoproterozoica) que se corresponde con la Formación Valentines (Bossi, 1966). La sucesión en el área de este trabajo está formada por gneises leucócratas, mesócratas, anfibolitas, BIF, granitos y rocas ultramáficas, se encuentra intensamente deformada y alcanza un alto grado metamórfico. Sobre esta sucesión de manera discordante se identifico la Secuencia Cerro Valentín compuesta por metalimos, metapelitas, metapsamitas, que se corresponden con litologías descritas dentro del Grupo Arroyo del Soldado (Gaucher, 2000) (Neoproterozoico-Ediacareense). Estas unidades fueron afectadas por fallas normales definidas como Falla Valentines y Falla Sur; la primera fue descrita como “cinturón de cizallamiento Valentines” por Spoturno & Lara (1991). La caída del bloque al sur de las fallas sumada a una componente sinistral colocó en superficie distintas porciones de la cuenca original. Esto último soportó la definición de tres bloques estructurales distintos utilizando estas fallas como límites.

Se ha identificado la ocurrencia de mineralizaciones importantes de oro y hierro, así como también se ha dejado una puerta abierta a la espera de los resultados de una posible campaña de muestreo aluvional que confirme y/o revele nuevas áreas.

En relación al potencial del hierro hay que considerar innumerables factores como: la ley de hierro, espesores de las capas, ensayos metalúrgicos, volumen mínimo requerido, producto final, insumos de producción, logística de transporte, etc. para lograr la viabilidad de un emprendimiento industrial. De todas formas se ha realizado un estimativo de la cantidad de mineral de hierro

potencial utilizando la información recabada durante las tareas de campo de este trabajo y la proveniente de trabajos anteriores que justifica las tareas para avanzar en el conocimiento de él o los posibles depósitos de este mineral. La cifra de roca mineralizada que se ha planteado, **160 millones de toneladas es meramente ilustrativa** del potencial del área pero sería más que suficiente para justificar el plan de trabajo que se ha propuesto.

En cuanto al oro se concluye que existe un gran potencial, ya que al área ya conocida se deben sumar dos eventos. Por un lado la Falla Valentines que pudo haber sido un conducto para los fluidos mineralizantes y por otro las anomalías geoquímicas en sedimentos de corriente. Todo ello en conjunto indicaría una gran área anómala. El cálculo efectuado arroja un potencial de entre **8000 - 40000 onzas** (solamente el sub bloque Suroeste) que si bien no soportaría un gran emprendimiento extractivo, con los valores actuales del oro (U\$D1200/oz aprox) soportarían sí una eventual extracción artesanal o semi industrial.

Por otro lado se ha constatado la necesidad de realizar estudios profundos de logística e infraestructura que influirán en gran forma al momento de la evaluación de un proyecto productivo; sobre todo, en el caso del hierro que involucra el movimiento de grandes volúmenes a distancias considerables.

Se ha podido identificar el conflicto de intereses entre las diferentes actividades económicas que se desarrollan en el área (forestal, ganadera, minería?). Esta interferencia puede generar instancias judiciales donde en la mayoría de los casos (llegado o no a una conciliación) luego de sucesivas negociaciones la actividad exploratoria se encuentra detenida en aquellas áreas afectadas. Cabe decir que durante este proceso, no se ven detenidos los plazos de los permisos de prospección y exploración.

En el caso particular del área de estudio el 35-40 % de la superficie está afectada por la actividad forestal. Esto merece una especial atención ya que ambas actividades (minería y forestal) son importantes para el desarrollo del país y en un principio no deberían competir. La minería está absolutamente ligada al lugar donde ocurren los yacimientos minerales no pudiendo

relocalizarse mientras que la forestación tiene esta posibilidad. Se recomienda profundizar mediante estudios enfocados especialmente a esta problemática.

Finalmente, el área al oeste de la localidad de Valentines posee un gran potencial para la ocurrencia de yacimientos de recursos minerales, existe suficiente información como para afirmar esto y promover el avance en el conocimiento del área a través de nuevos esfuerzos exploratorios.

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a Gerardo por guiarme, apoyarme y darme la oportunidad de cerrar un ciclo importante para mí. A Iván por el soporte geológico y su amistad. A Josefina por todo el apoyo, la motivación, las correcciones y siempre estar ahí. A Enrique por la ayuda en la visita de campo. A los integrantes del tribunal por el aporte en las correcciones. A Derick Helm por apoyarme en este gran esfuerzo. A todos mis amigos y compañeros o ex compañeros de trabajo que de alguna forma contribuyeron en mi saber geológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

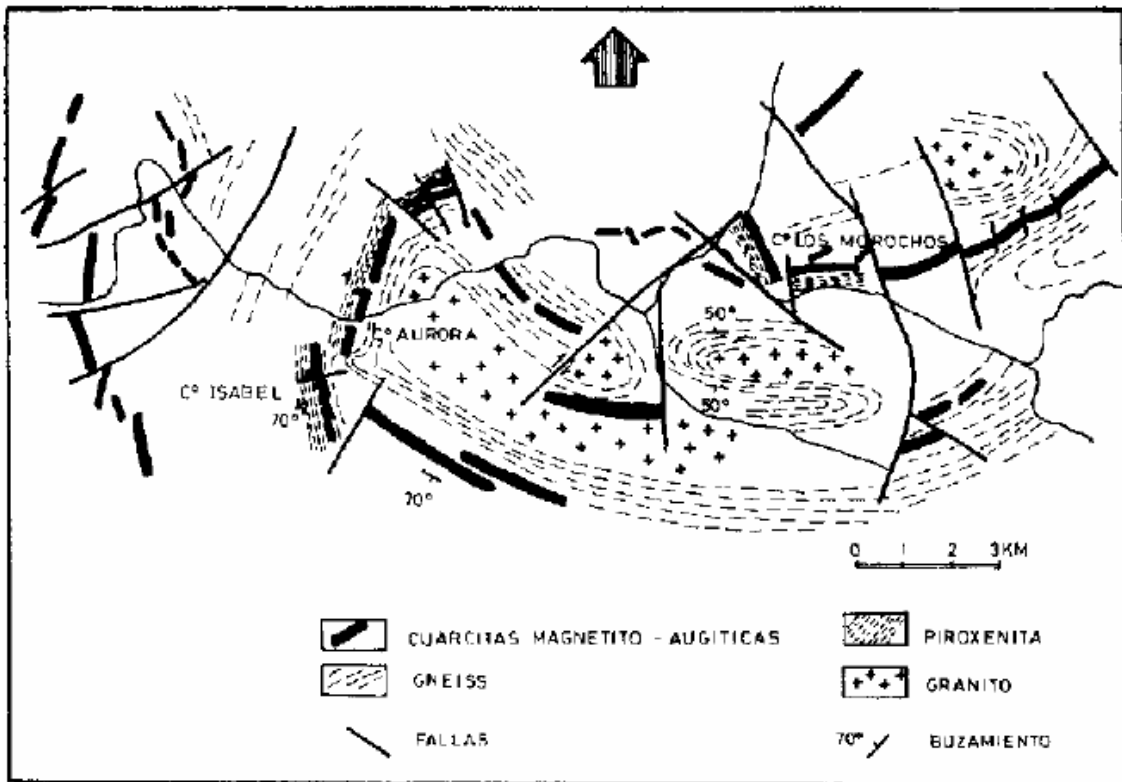
- Alvarado, B.; 1959. Los yacimientos de Fe y Mn en el Uruguay. Informe Número TAO/URU/4 Naciones Unidas.
- Bossi, J.; 1966. Geología del Uruguay. Colección Ciencias N°2. Departamento de Publicaciones de la Universidad de la República Montevideo, 469 pp.
- Bossi, J.; Umpierre, M.; 1969. La petrología del yacimiento de hierro del arroyo Valentines, Florida: Uruguay. Anales IV jornadas Argentinas de Geología 20pp.
- Bossi, J. ; 1978. Recursos Minerales del Uruguay. Ed. Aljanati. Montevideo. Uruguay
- Bossi, J.; Ferrando, L.; Montaña, J.; Campal, N.; Morales, H.; Gancio, F.; Schipilov, A.; Piñeyro, D. & Sprechmann, P.; 1998. Carta Geológica del Uruguay, Escala 1/500.000. Versión 1.0 Digital. Ed, Geoeditores S.R.L. Facultad de Agronomía.
- Bossi, J. & Ferrando, L.; 2001. Carta Geológica del Uruguay, Escala 1/500.000 versión 2.0 Digital. Ed, Facultad de Agronomía.
- Cazaux, S.; 2008. Geología, petrología y análisis estructural de Curtume-zona centro de la Isla Cristalina de Rivera. Tesis de Licenciatura, Universidad de la Republica, Uruguay.103pp.
- Coronel, N.; 1987. Rocas Intrusivas Ultramáficas del Arroyo “Las Palmas” (Ex-Cerro Chato o Las Cañas, Durazno) Informe Interno Dinamige
- Ellis De Luca, J. H.; 1998. The Precambrian supracrustal Rocks of the Isla Cristalina de Rivera in Northern Uruguay and their ore deposits. Universidad Heidelberg. Alemania, 196pp
- Gaucher, C.; 2000. Sedimentology and stratigraphy of the Arroyo del Soldado Group (Uruguay). *Beringeria*, 26: 1-122.
- Gomez Rifas, C., Tabo, F., Sanchez, L 1991. Carta geológica de un sector de la Hoja G-20 (Valentines) a la escala 1:20.000. DINAMIGE, Div. Geología Básica, 80 pp. (Informe interno). Montevideo.
- Gomez Rifas, C., Tabo, F., Sanchez, L.; 1993. Evolución estructural de la Región de Valentines. In: Simposio Internac. sobre Neoproterozoico - Cámbrico de la Cuenca del Plata, I (La Paloma, Abr.-Mayo 1993). DINAMIGE – UdelaR (Fac. Agron.), Actas. 1, n° 20, 9 pp.
- Gomez Rifas C & Masquelin H.; 1996. Structural geology of the Valentines Region, Central Uruguay. En: Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium, 15. Terra Nostra (LAK, 15), Hamburg, Resúmenes, 8/96pp.
- Gross, G.A.; 1970. Nature and occurrence of Iron Deposits. Survey of world Iron Ore Resources, United Nations, New York, 13-31pp

- Hartmann, L.; Santos, J.O.; Bossi, J.; Campal, N.; Schipilov, A.; Mc Naughton, N.; Lafon, J.M.; 2001. Archean crust in the Río de la Plata Cratón, Uruguay- SHRIMP U-Pb zircon reconnaissance geochronology. *Journal of South American Earth Science* 14, 557-570pp.
- INE.; 2004. Censo 2004 Fase 1., Instituto Nacional de Estadística www.ine.gub.uy. Uruguay.
- Mac Millan, J.C.; 1933. Terrenos Precambricos del Uruguay, *Boletín IGU*. No.18, Uruguay.
- Marstrander, R.; 1916. Informe Preliminar sobre las Riquezas Minerales de República Oriental del Uruguay. *Boletín IGU*. No 2, Uruguay.
- Masquelin H.; 2006. El Escudo Uruguayo. En: Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos minerales –Paleozoico. G. Veroslavsky, M. Ubilla y S. Martínez (ed.), Dirac, Montevideo: 37-106pp.
- Preciozzi, F.; Sportuno, J.; Heizen, W. & Rossi, P.; 1985. Carta Geológica del Uruguay a escala 1/500.000. Dirección Nacional de Minería y Geología, 90pp.
- ONU.; 1976. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Asistencia en exploración minera Uruguay. Conclusiones y recomendaciones finales del proyecto. Naciones Unidas, Nueva York. 377pp.
- ONU.; 1976. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Asistencia en exploración minera Uruguay. Conclusiones y recomendaciones finales del proyecto-Suplemento. Naciones Unidas, Nueva York. 76pp.
- Serra.; 1944. Memoria Explicativa del mapa Geológico del Departamento de Treinta y Tres. *Boletín IGU*. No.31, Uruguay.
- Spangenberg, J. y Filippini, J.; 1985 Inventario Minero del Uruguay, Resultados de la prospección geoquímica del fotoplano Valentines. MIEM Dinamige, Division Adquisicion y procesamiento de Geodatos. Anexo I, II y II. . (Informe interno). Montevideo Uruguay 28pp.
- Spoturno, J. y Lara, P.; 1991 Informe de Exploración en la Reserva Minera XIV. MIEM Dinamige, Division Geología Aplicada, Departamento de Minerales Metálicos. Montevideo Uruguay 55pp.
- Vidal, H.; 2009. Estudio Geológico-Estructural del área de Cerro Papagayo, Isla Cristalina de Rivera-Uruguay. Tesis de Licenciatura, Universidad de la Republica, Uruguay. 65pp.
- Walther, K.; 1932. La existencia de yacimientos minerales y rocas explotables de la R.O.U. *Revista de la Facultad de Agronomía*. No.6, Uruguay. 37-74pp.

Anexo

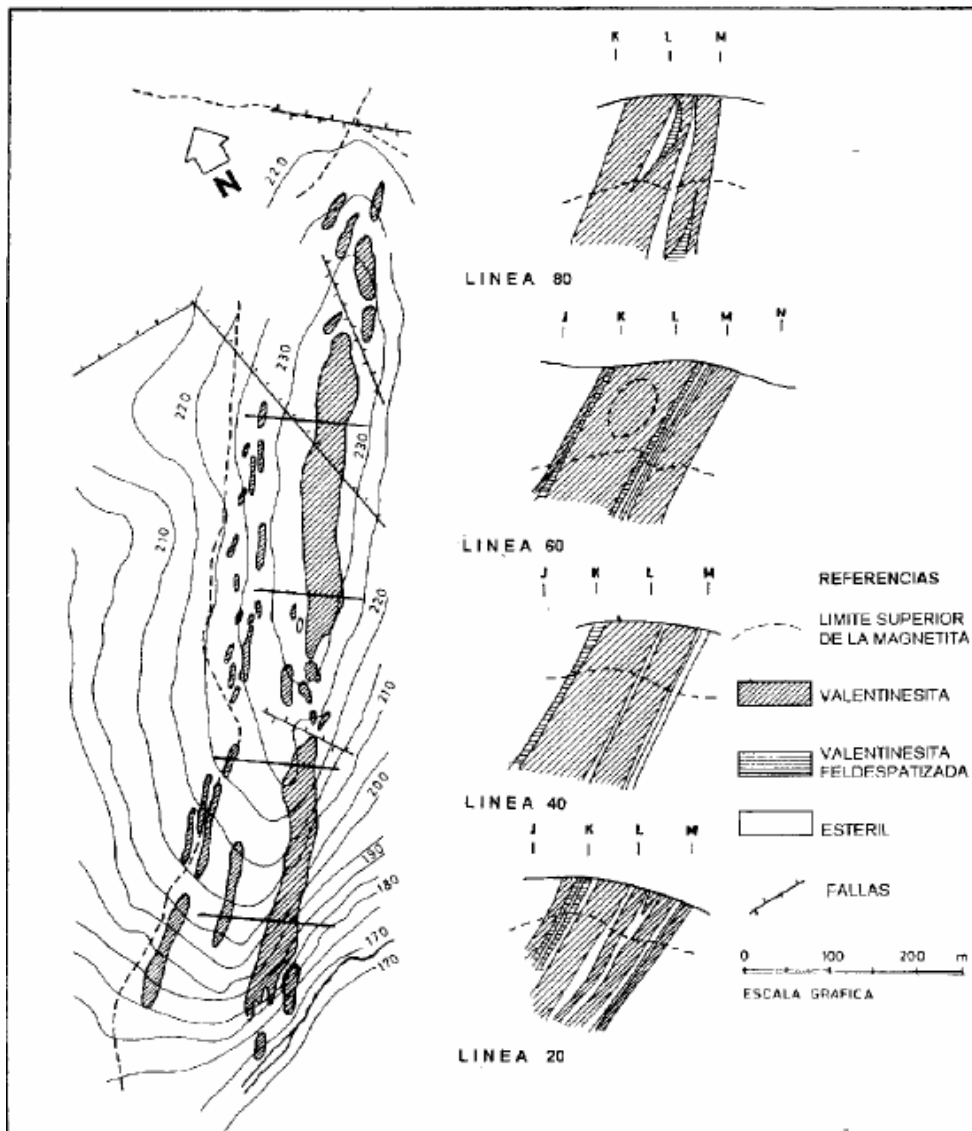
1- Antecedentes geológicos

Aquí se han recopilado mapas y secciones geológicas de los distintos trabajos que se realizaron en la zona con la finalidad de mostrar el avance que se ha logrado con éste trabajo en relación al conocimiento previo de la geología área de estudio.

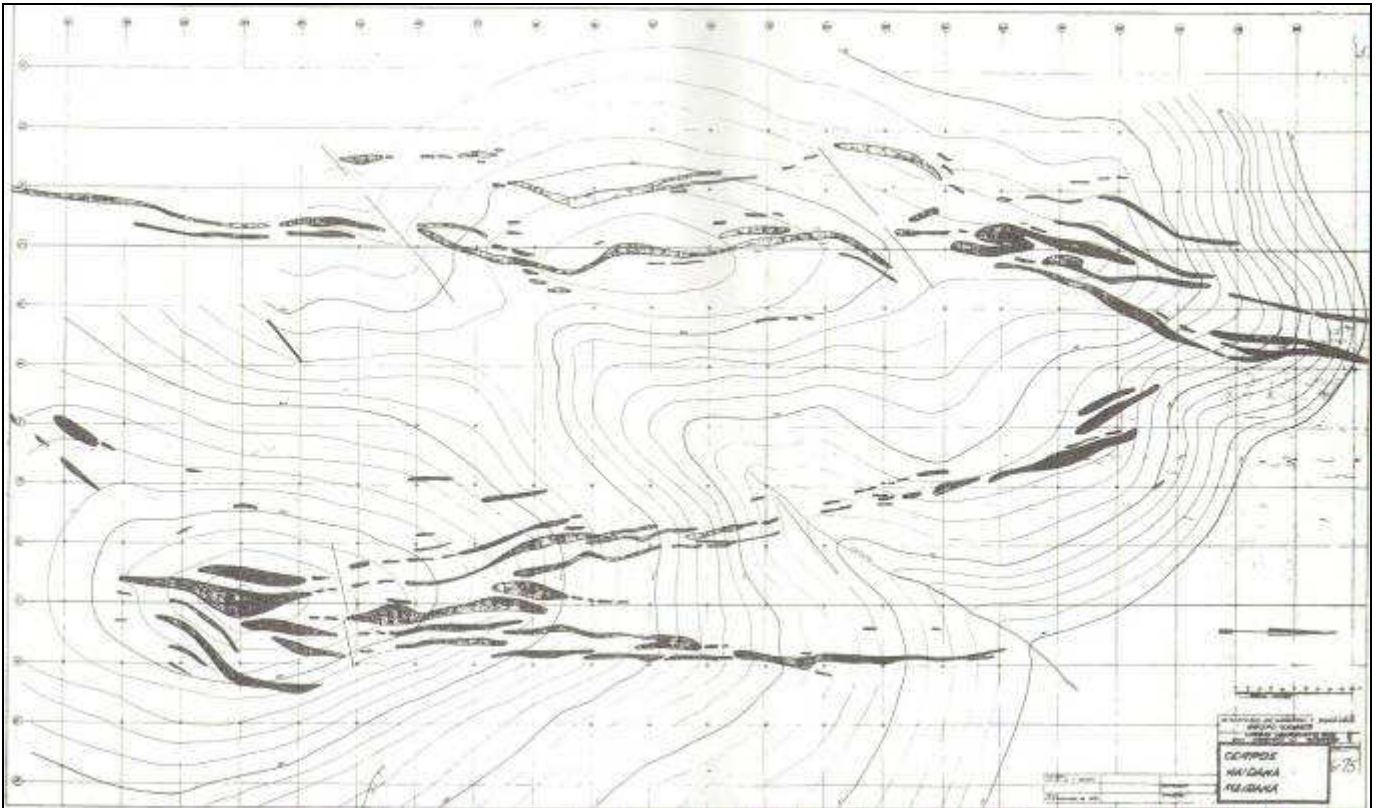


Bossi & Umpierre (1969) Mapa geológico al oeste del área de estudio, mostrando el grupo Uria y el cerro de Morochos donde se realizaron la mayoría de los trabajos de exploración.

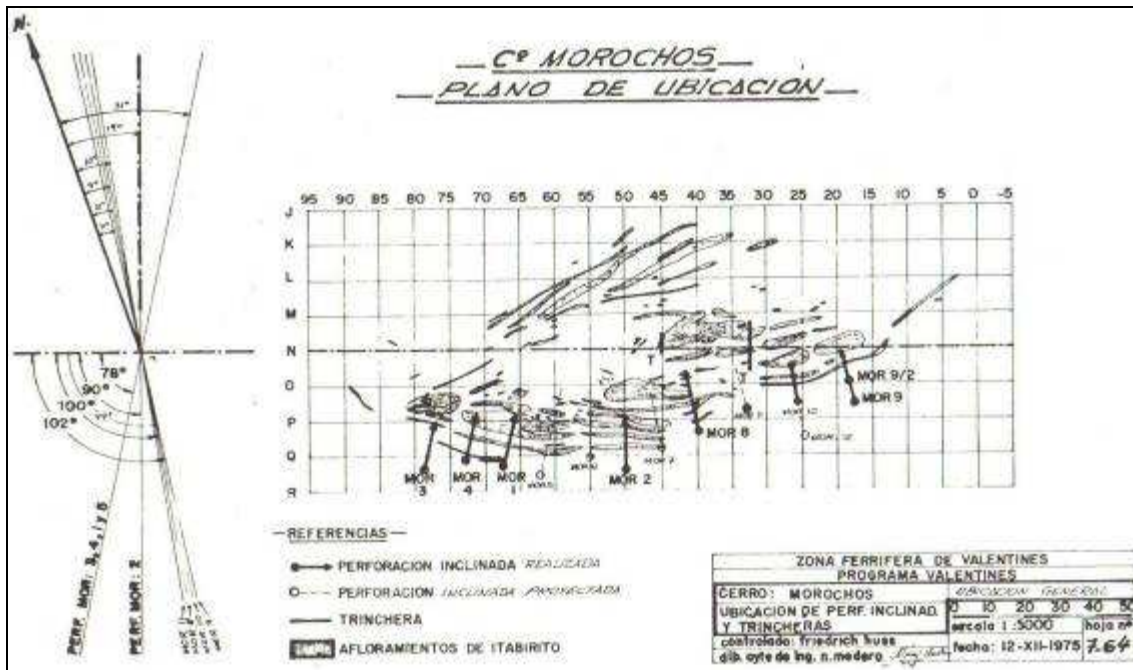
La mayor cantidad de información disponible se corresponde con los diferentes prospectos estudiados por diversos grupos de trabajo (Thamis, ONU, etc.) siempre vinculados al estado uruguayo (IGU y Dinamige). Estos trabajos llegaron a un nivel de información detallado para las áreas de Uria y Morochos, se confeccionaron mapas geológicos de detalle, secciones geológicas a partir de información de perforaciones, relevamientos magnéticos regionales y de detalle, estudios metalúrgicos de recuperación, etc.



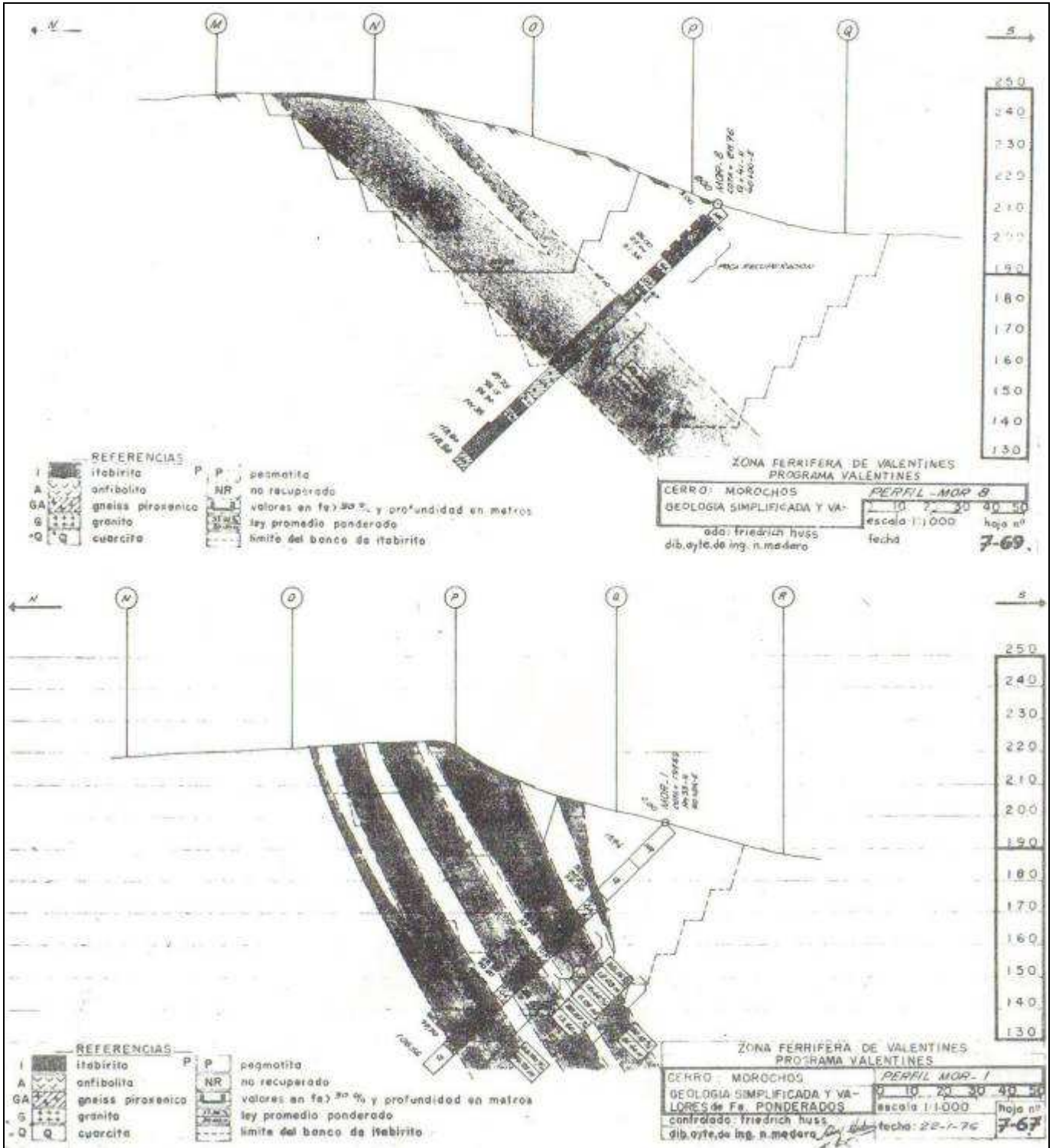
Bossi 1978. Mapa geológico del cerro Apretado y secciones ilustrativas de la estructura del yacimiento.



Ejemplo de mapa geológico de detalle realizado por la ONU (1976) este en particular es para el cerro de Maidana ubicado al oeste del Grupo Uria.



Mapa geológico y ubicación de perforaciones realizadas ONU (1976) en el Cerro Morochos.



Secciones geológicas del Cerro Morochos ubicado al oeste del área de estudio de este trabajo ONU (1976).

Cuadro 1. Muestra de 500 kg
Resultados preliminares de la Lurgi Chemie und Hüttenstechnik - Parte primaria

Análisis químico

Abreviatura	Fe %	Fe ² %	Si O ₂ %	Ca O %	Mg O %	Al ₂ O ₃ %	Cu %	Ti O ₂ %	F %	S %
Con. = Concentrado										
Col. = Cola										
All. = Alimentación										
	36,3	22,6	40,5	2,7	1,7	1,2	< 0,01	< 0,1	0,070	0,04

Ensayo en el tubo Davis

MOLIENDA			MOLIENDA			MOLIENDA			MOLIENDA			MOLIENDA			
< 1,0 m/m	100 %		< 0,5 m/m	100 %		< 0,2 m/m	100 %		< 0,1 m/m	100 %		< 0,045 m/m	97,3 %		
< 0,09 m/m	15,0 %		< 0,09 m/m	31,3 %		< 0,09 m/m	35,7 %		< 0,09 m/m	55,0 %		< 0,045 m/m	47,0 %		
< 0,045 m/m	7,7 %		< 0,045 m/m	16,6 %		< 0,045 m/m	29,7 %		< 0,045 m/m	47,0 %					
\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %
Con.	65,5	52,5	99,0	Con.	50,4	63,8	94,5	Con.	50,0	68,6	94,0	Con.	48,2	70,9	90,6
Col.	34,5	5,2	5,0	Col.	47,6	4,1	5,5	Col.	50,0	4,4	6,0	Col.	51,8	5,2	7,4
All.	100	36,4	100	All.	100	35,4	100	All.	100	36,5	100	All.	100	36,9	100

Preparación magnética en campo débil - Ensayo con 200 kg de muestra

Molienda	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %
< 0,09 m/m	95,7%			
< 0,045 m/m	73,6%			

B. RESULTADOS PRELIMINARES DE LOS ENSAYOS DE LA MUESTRA DE 500 kg

Cuadro 2. Muestra de 500 kg
Resultados preliminares de la Lurgi Chemie und Hüttenstechnik - Parte oxidada

Análisis químico

Abreviatura	Fe %	Fe ² %	Si O ₂ %	Ca O %	Mg O %	Al ₂ O ₃ %	Cu %	Ti O ₂ %	F %	S %
Con. = Concentrado										
Col. = Cola										
All. = Alimentación										
	37,1	3,9	40,5	0,76	0,55	1,4	< 0,01	< 0,1	0,054	< 0,02

Ensayo en el tubo Davis

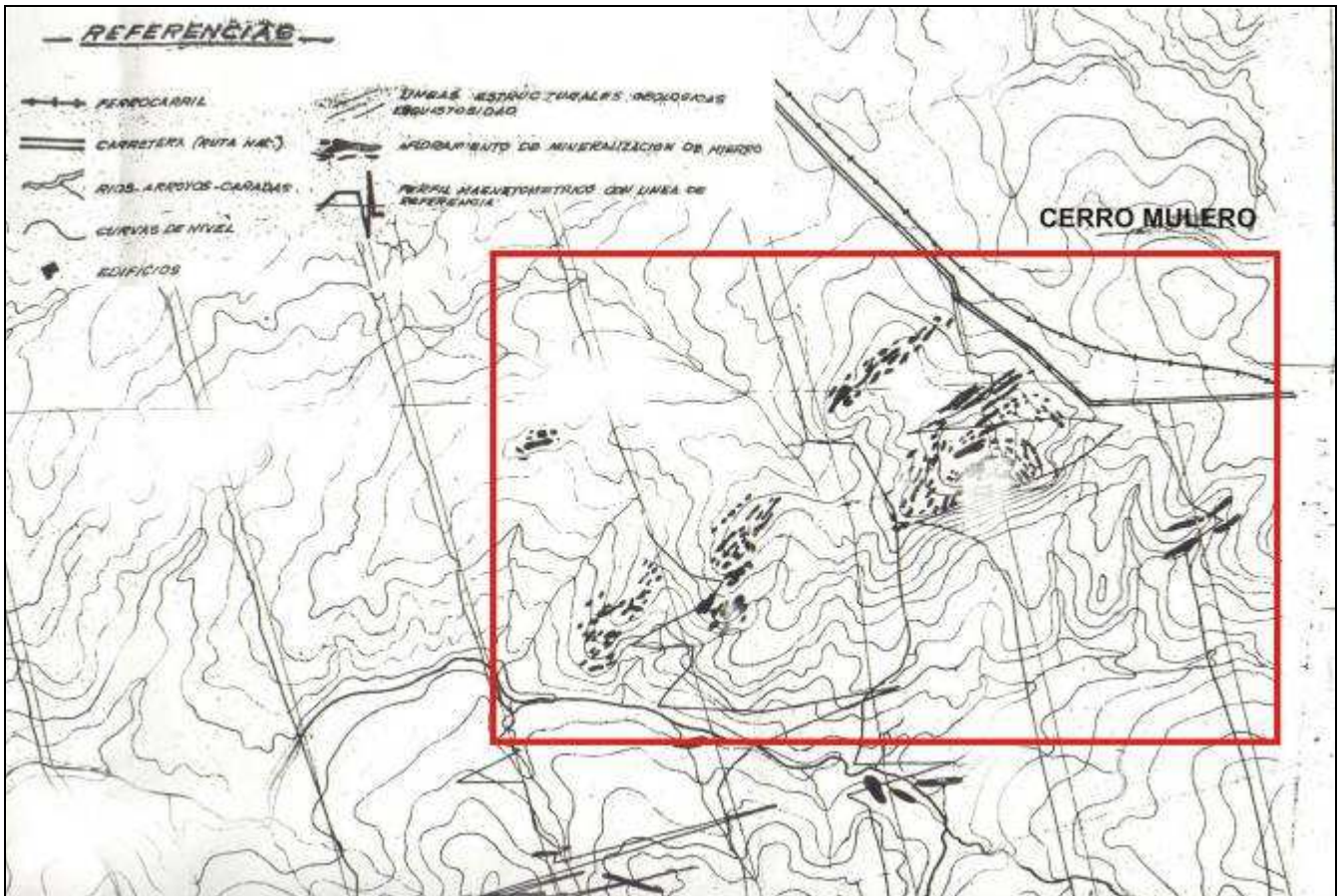
MOLIENDA			MOLIENDA			MOLIENDA			MOLIENDA			MOLIENDA			
< 1,0 m/m	100 %		< 0,5 m/m	100 %		< 0,2 m/m	100 %		< 0,1 m/m	100 %		< 0,045 m/m	96,7 %		
< 0,09 m/m	12,3 %		< 0,09 m/m	13,7 %		< 0,09 m/m	45,0 %		< 0,09 m/m	51,3 %		< 0,045 m/m	42,6 %		
< 0,045 m/m	6,6 %		< 0,045 m/m	7,4 %		< 0,045 m/m	21,7 %		< 0,045 m/m	42,6 %					
\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %
Con.	55,9	59,0	90,6	Con.	56,4	60,9	90,8	Con.	46,9	66,2	83,7	Con.	55,7	69,4	66,8
Col.	44,1	7,7	9,4	Col.	43,6	6,5	7,2	Col.	53,1	11,8	16,3	Col.	64,3	19,2	53,2
All.	100	36,4	100	All.	100	38,2	100	All.	100	37,1	100	All.	100	37,1	100

Preparación magnética en campos débiles e intermedios - Ensayo con 200 kg de muestra

Molienda	1ra. etapa	2da. etapa	3ra. etapa 2.500 gauss	Total							
\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %	\$	Peso \$	Ley Fe \$	Recuperación Fe %
< 0,09 m/m	60,0%										
< 0,045 m/m	39,7%										

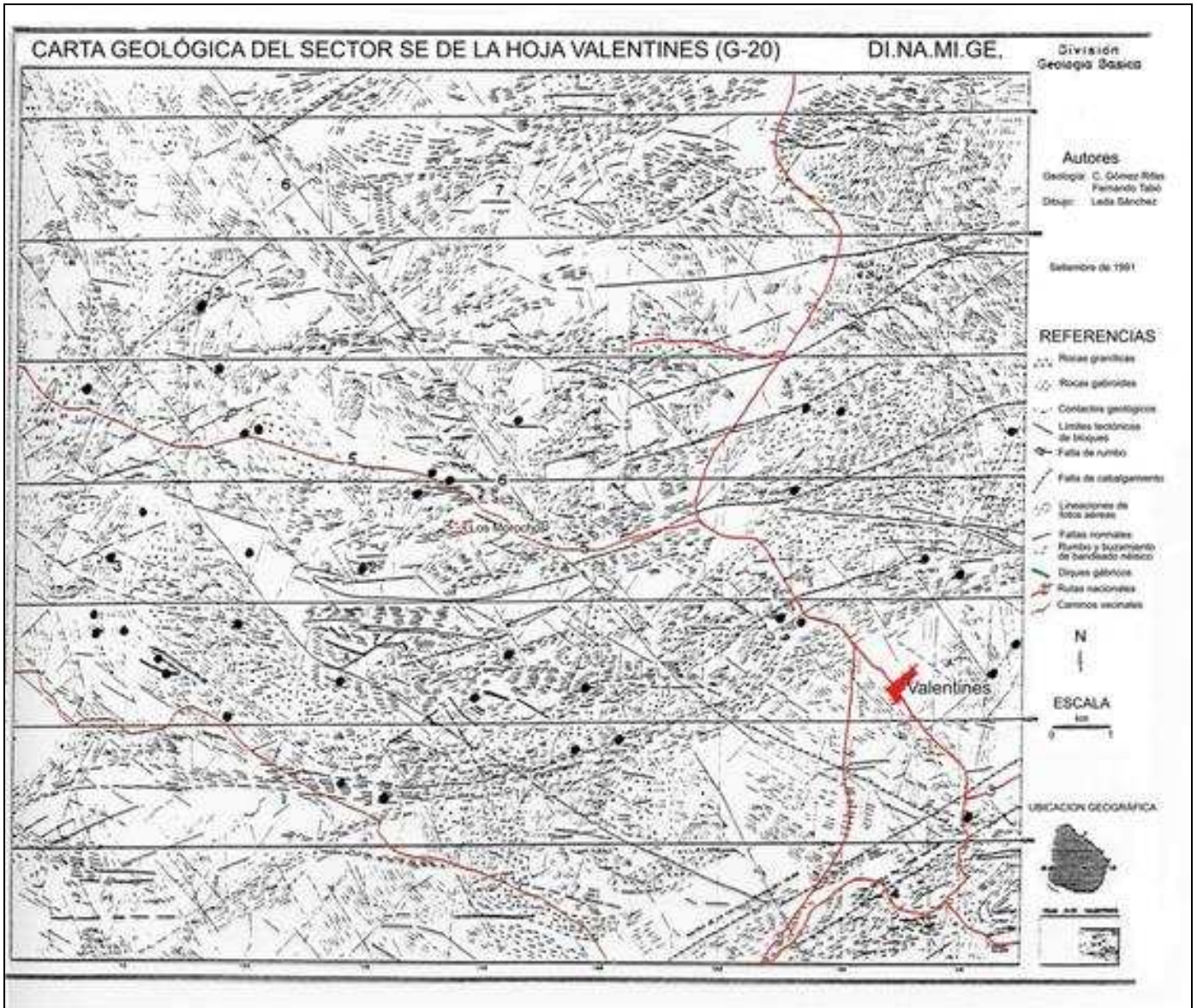
Tablas de resultados preliminares de ensayos metalúrgicos realizados para muestras frescas y oxidadas que muestran resultados positivos ONU (1976).

Las antiguas campañas realizaron trabajos de detalle en el Cerro Mulero que se encuentra dentro del área de trabajo. Para Mulero se realizaron mapas geológicos de detalle, trincheras, relevamientos magnetométricos y perforaciones. Estas últimas fueron unas pocas con las cuales definieron unas



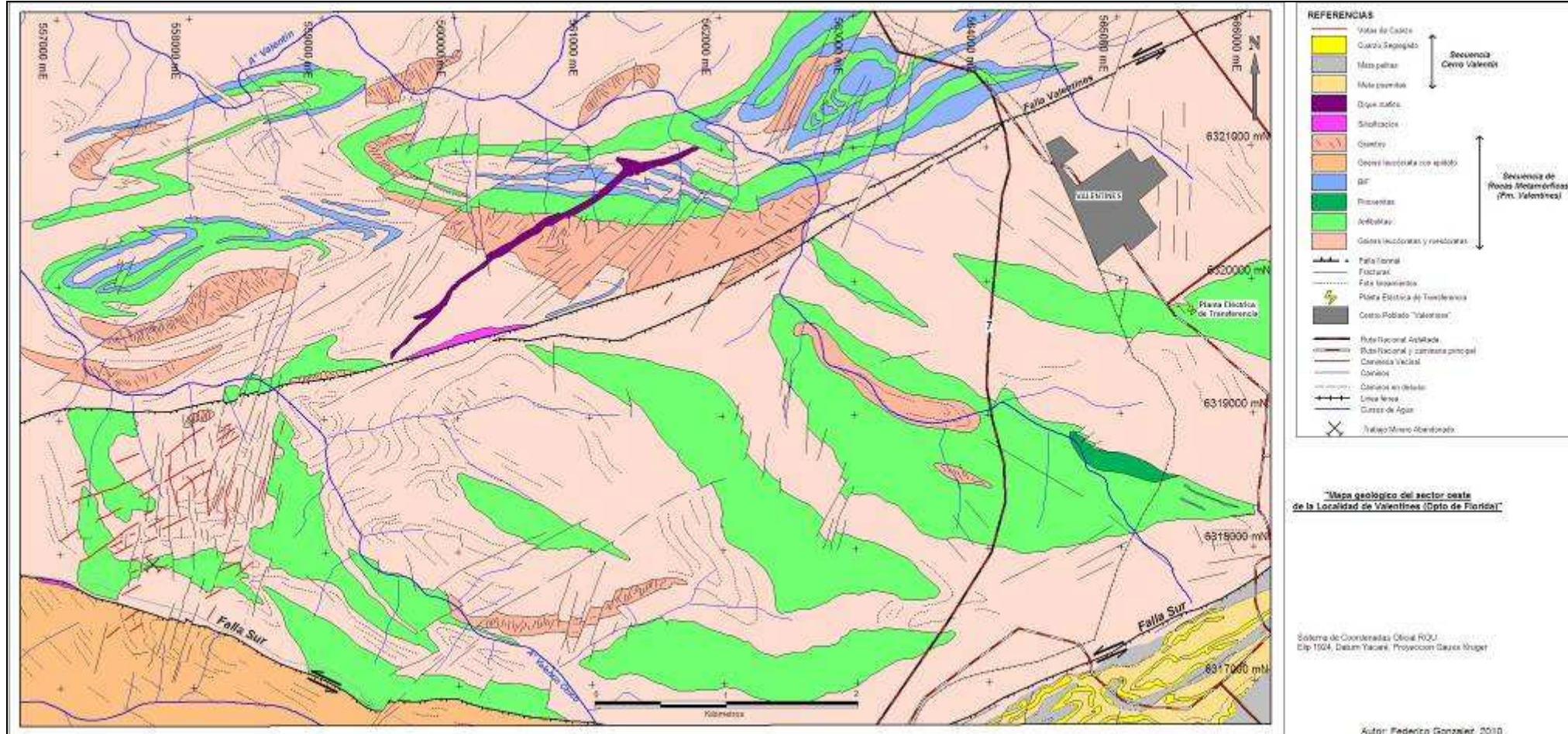
Relevamiento magnetométrico con detalle del Cerro Mulero ONU (1976).

Como resultado de uno de los objetivos principales se ha elaborado un mapa geológico. A continuación se muestra el avance realizado comparado con los mapas anteriores a los cuales se tuvo acceso.



Mapa geológico de Gomez Rifas, Tabo y Sánchez (1991).

Geología y evaluación de los recursos minerales del sector oeste de la Localidad de Valentines (Dpto. de Florida)



Mapa geológico propuesto en el presente trabajo González F, 2010

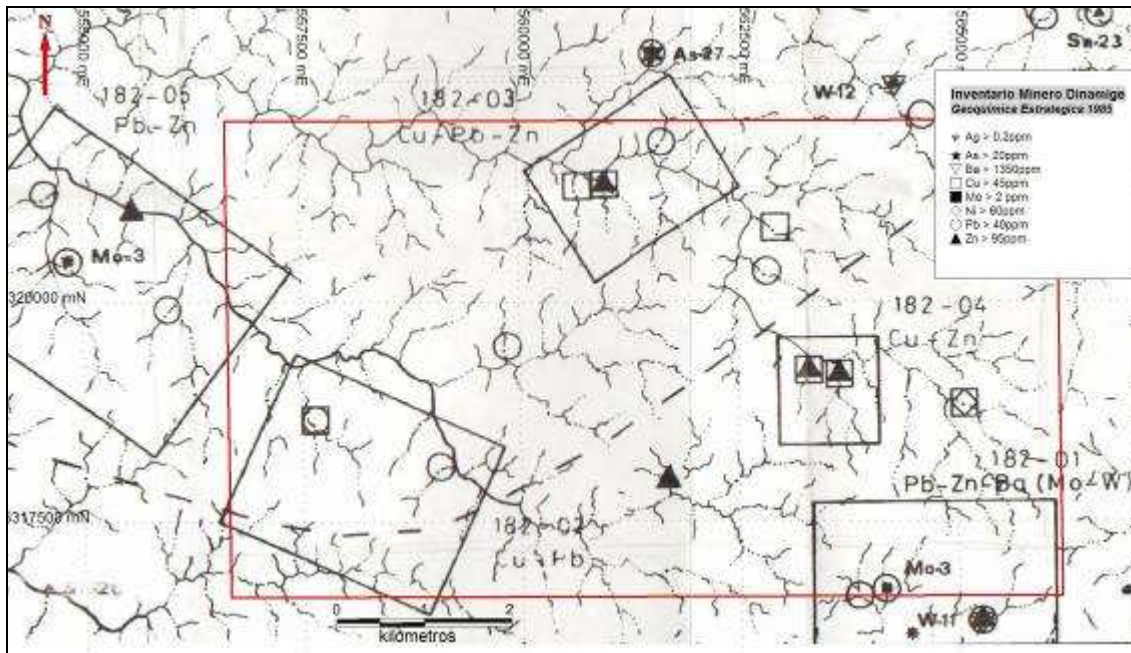
2-Geoquímica estratégica Dinamige 1985

Dinamige realizó una campaña de prospección geoquímica estratégica en el año 1985 que entre otros cubrió el fotoplano Valentines. La densidad de muestreo alcanzó las 1,2 muestras por kilómetro cuadrado, las muestras se analizaron para hierro, manganeso y 19 elementos traza. Como resultado definieron 9 anomalías geoquímicas, dos de las cuales mencionan, evidencian una paragénesis polimetálica.

La mayoría de las muestras fueron recolectadas en suelos, tipo flat (planicie aluvional). También se registró la información sobre la naturaleza del lugar de muestreo (composición del material, uso del suelo, evidencias antrópicas, pH, radiactividad gamma). El análisis químico se compuso por la determinación en % de Fe₂O₃ y Mn, P, Ba, Ag, Cu, Zn, Sb, Pb, Sn, Cr, B, Ni, V, Be, Mo, As, W, Co, Y, Cd y Nb en ppm. En este trabajo también se presentó un esbozo geológico (Pena y Arrighetti) a escala 1: 50000 que fue utilizado como soporte para el análisis espacial de los resultados geoquímicos.

También se realizó un esbozo geológico (Pena y Arrighetti, ver arriba) a escala 1: 50000 que fue utilizado como soporte para el análisis espacial de los resultados geoquímicos. Los autores definen las siguientes litologías en particular para el área de estudio: cuarcitas ferríferas de Valentines, granito medio, migmatitas homogéneas y gneises de grano fino y en el extremo sureste cuarcitas, esquitos negros y micaesquistos.

Concretamente en el área de trabajo o asociada, a ella se definieron 5 anomalías zonales: 182-01, 182-02, 182-03, 182-04 y 182-05 para las cuales se recomendaron nuevos trabajos.



Localización de las anomalías Dinamige y detalle del área de estudio (Spangenberg J y Filippini J (1985))

Después de realizar los distintos análisis estadísticos para todas las muestras del fotoplano seleccionaron anomalías geoquímicas regionales que merecían ser controladas en una fase de trabajos tácticos. Los técnicos de Dinamige mencionan la importancia de efectuar un reconocimiento en el campo de la anomalía para tratar de confirmarla definiendo mejor su paragénesis, contraste y relieve geoquímico antes de iniciar trabajos de detalle multidisciplinarios (geología de detalle, prospección geoquímica, geofísica, etc.)

Por último los autores se procedieron a diferenciar anomalías zonales definidas por más de una muestra con tenores anómalos en metales base y correlación espacial así como muestras puntuales que presentaron valores anómalos. Las anomalías específicas para el área de estudio:

Anomalía 182-01: Pb-Zn-Ba (Mo-W)

Se señalan cuatro muestras que definen la anomalía junto con una radimetría elevada. Recomendaron además de un reconocimiento de campo realizar una malla de suelos de 100 x 100 m que cubra un área de 2,7 x 1,5 km. Señalaron esta anomalía como de prioridad 1.

Anomalía 182-01 Pb-Zn-Ba (Mo W)										
Muestra	X (m)	Y(m)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ba (ppm)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Mn (ppm)	Fe2O3 (%)	Rad (cps)
6141	564444	6315940	24	52	1098	15	2	249	6	250
6142	564166	6316508	113	70	1299	28	3	1079	4,4	100
6143	563862	6316440	48	84	1008	23	2	1197	5,9	120
6145	565240	6316145	263	140	1857	32	2	646	7,2	140

Anomalía 182-02: Cu-Pb

Directamente al Oeste de la anomalía anterior se encuentra esta zona anómala en cobre y plomo. Los tenores de zinc son normales y los de Ni, Fe y Mn relativamente bajos salvo la muestra 6072. La recomendación fue cubrir un área de 2,5 x 2,0 km con una prospección estratégica buscando alcanzar una densidad de 10-15 muestras por km² o una malla de suelos 100 x 100m (prioridad 1).

Anomalía 182-02 Cu-Pb									
Muestra	X (m)	Y(m)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Ba (ppm)	Mn (ppm)	Fe2O3 (%)
6072	559125	6317949	26	56	69	31	1049	2582	5,3
6074	557189	6318791	29	40	64	25	923	1030	5,1
6075	557709	6318496	71	122	67	19	756	810	4,8
6100	557465	6316995	17	38	52	12	996	663	4,4

Anomalía 182-03: Cu-Zn- (Pb)

Mal definida en algunos tipos de suelo de origen granítico se manifiesta a nivel regional por valores de plomo (50-60 ppm) relativamente elevados. Se recomienda realizar un control geoquímico rápido conjuntamente con la revisión de campo (10-12 muestras por km²) para acotar y definir mejor la anomalía. Los análisis químicos de las muestras deberían incluir los siguientes elementos: Cu, Pb, Zn, Ni, Cr y Ag. La prioridad de esta área sería 3.

Anomalía 182-03 Cu-Zn (Pb)										
Muestra	X (m)	Y(m)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Ni (ppm)	V (ppm)	Ba (ppm)	Fe2O3 (%)
6083	560693	6321084	48	82	16	72	38	115	916	9,6
6084	561695	6321578	38	89	49	63	33	97	774	6,9
6085	561001	6321102	60	110	10	74	34	106	944	8,6
6086	561709	6320861	29	72	34	65	29	106	1247	8,4

Anomalía 182-04: Cu-Zn

Anomalía de poco contraste con valores relativamente elevados de Cr, Ni, V y Fe2O3. Aconsejan retener esta área en el inventario sistemático aunque no pueden afirmar que no se trate de una anomalía lito dependiente. Recomienda una aproximación similar a la de la anomalía 03, algo rápido y poco costoso (prioridad 3).

Anomalía 182-04 Cu-Zn										
Muestra	X (m)	Y(m)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Cr (ppm)	Ni (ppm)	V (ppm)	Ba (ppm)	Fe2O3 (%)
6088	563325	6318975	61	115	17	67	41	145	634	10,7
6089	563677	6318922	47	96	18	38	27	136	706	8,1

Anomalía 182-05: Pb-Zn

Esencialmente anómala en Pb esta área se asocia a una situación similar a la de la anomalía 03. Se recomienda un reconocimiento rápido de la zona para determinar su importancia con mayor exactitud (prioridad 3).

Anomalía 182-05 Pb-Zn								
Muestra	X (m)	Y(m)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Ba (ppm)	Mn (ppm)	Fe2O3 (%)
6019	553756	6319839	50	116	35	575	1402	8,2
6022	554996	6320311	49	45	10	703	116	1,8
6023	554628	6320273	43	61	30	633	321	5,0
6024	554686	6320734	41	36	10	679	130	2,7
6025	554758	6321084	51	29	12	713	905	2,8
6102	556084	6319756	46	62	23	806	912	4,1
6104	555700	6320851	19	103	28	665	1602	12,9

3- Muestreo Geoquímico de rocas

Para elaborar éste trabajo y confirmar las anomalías de oro en vetas de cuarzo mencionadas por Spoturno y Lara (1991) se recolectaron 6 muestras para realizar análisis.

Las muestras fueron analizadas por distintos métodos. Para determinar oro se utilizo el ensayo de fire assay y AAS utilizando dos métodos según el límite de detección (0.005-10ppb/ 0.05-10 000ppb), mientras que para los demás elementos se utilizo una digestión multi acido con HF-HNO3-HClO4, HCl y análisis con ICP-AES; este método dependiendo de la matriz puede no estar extrayendo cuantitativamente todos los elementos.

Los resultados para las muestras enviadas se muestran en la siguiente tabla.

Muestra	X (GK_Uy)	Y (GK_Uy)	Geología	Au-AA23	Au- GRA21	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61
				Au ppm	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm
60	556934	6317807	Silicificación	4,86		<0.5	1,88	6	260	0,8	29	0,03	<0.5	4	21	31
61	556932	6317794	Silicificación	>10.0	31,4	3,5	0,14	10	250	<0.5	105	0,02	<0.5	<1	23	128
62	556885	6317802	Silicificación	9,32		<0.5	1,37	6	360	0,9	67	0,02	0,5	42	123	91
63	557714	6317907	Veta de Cuarzo	>10.0	31,2	6,2	0,23	<5	70	<0.5	301	0,02	<0.5	4	10	5130
72	557446	6318090	Veta de Cuarzo	>10.0	110	81,4	0,37	38	70	<0.5	3910	0,01	0,8	56	20	>10000
73	557554	6317859	Veta de Cuarzo	>10.0	147,5	22,2	0,12	27	70	<0.5	775	0,01	<0.5	35	7	>10000

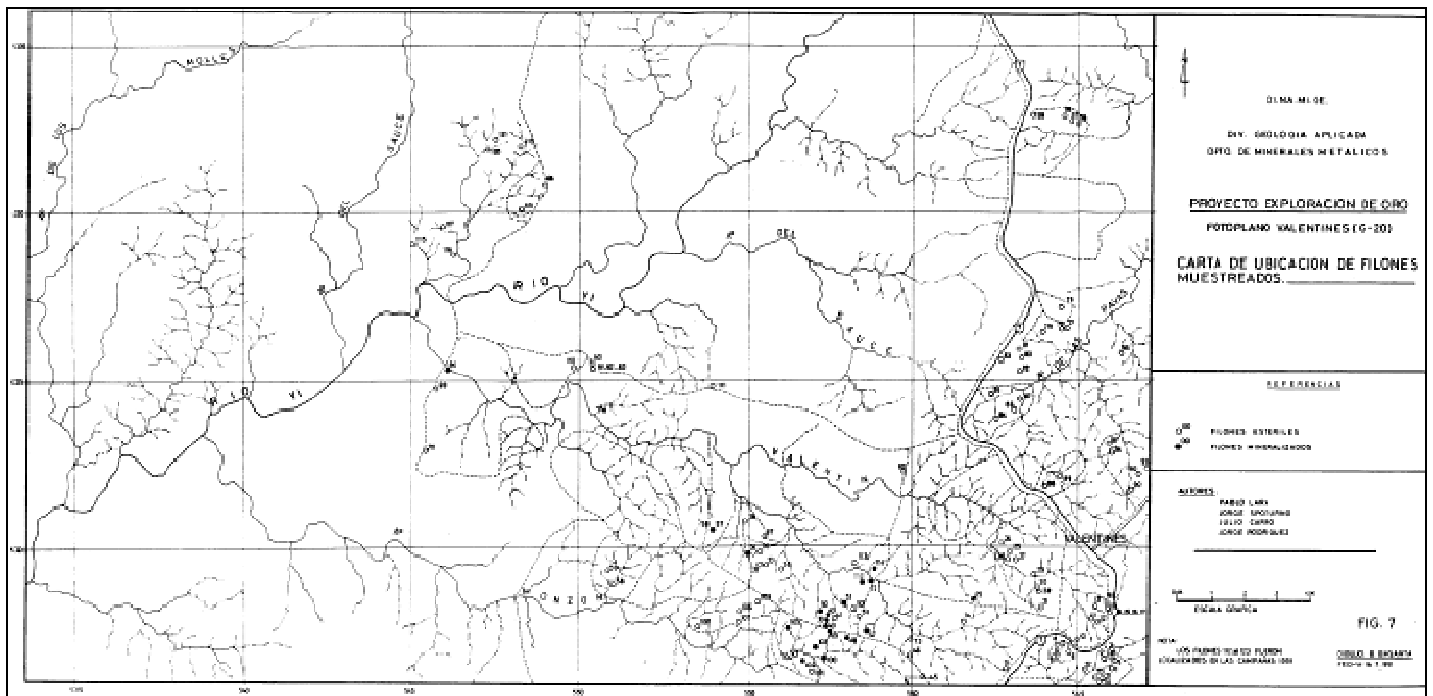
Muestra	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	
	Fe %	Ga ppm	K %	La ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	S %	Sb ppm	Sc ppm	Sr ppm	Th ppm	Ti %	Tl ppm
60	1,09	<10	0,97	50	0,21	96	2	0,03	5	130	12	0,01	<5	3	24	<20	0,09	<10
61	1,96	<10	0,04	10	0,01	42	2	0,01	3	160	46	0,02	<5	<1	14	<20	0,02	<10
62	11,05	<10	0,69	10	0,13	312	25	0,01	23	110	48	0,03	<5	2	20	<20	0,04	<10
63	2,75	<10	0,06	<10	0,02	63	3	0,01	14	40	267	0,07	<5	<1	30	<20	0,01	<10
72	14,15	<10	0,15	<10	0,04	112	279	0,01	185	320	2750	0,05	<5	1	26	<20	0,01	<10
73	6,23	<10	0,01	<10	0,01	34	8	0,01	22	160	173	0,05	<5	<1	8	<20	<0.01	<10

Muestra	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	ME- ICP61	Cu- OG62
	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	Cu %
60	<10	75	<10	7	
61	<10	66	40	3	
62	<10	60	40	25	
63	<10	52	<10	18	
72	<10	252	20	29	1,165
73	<10	59	10	46	2,51

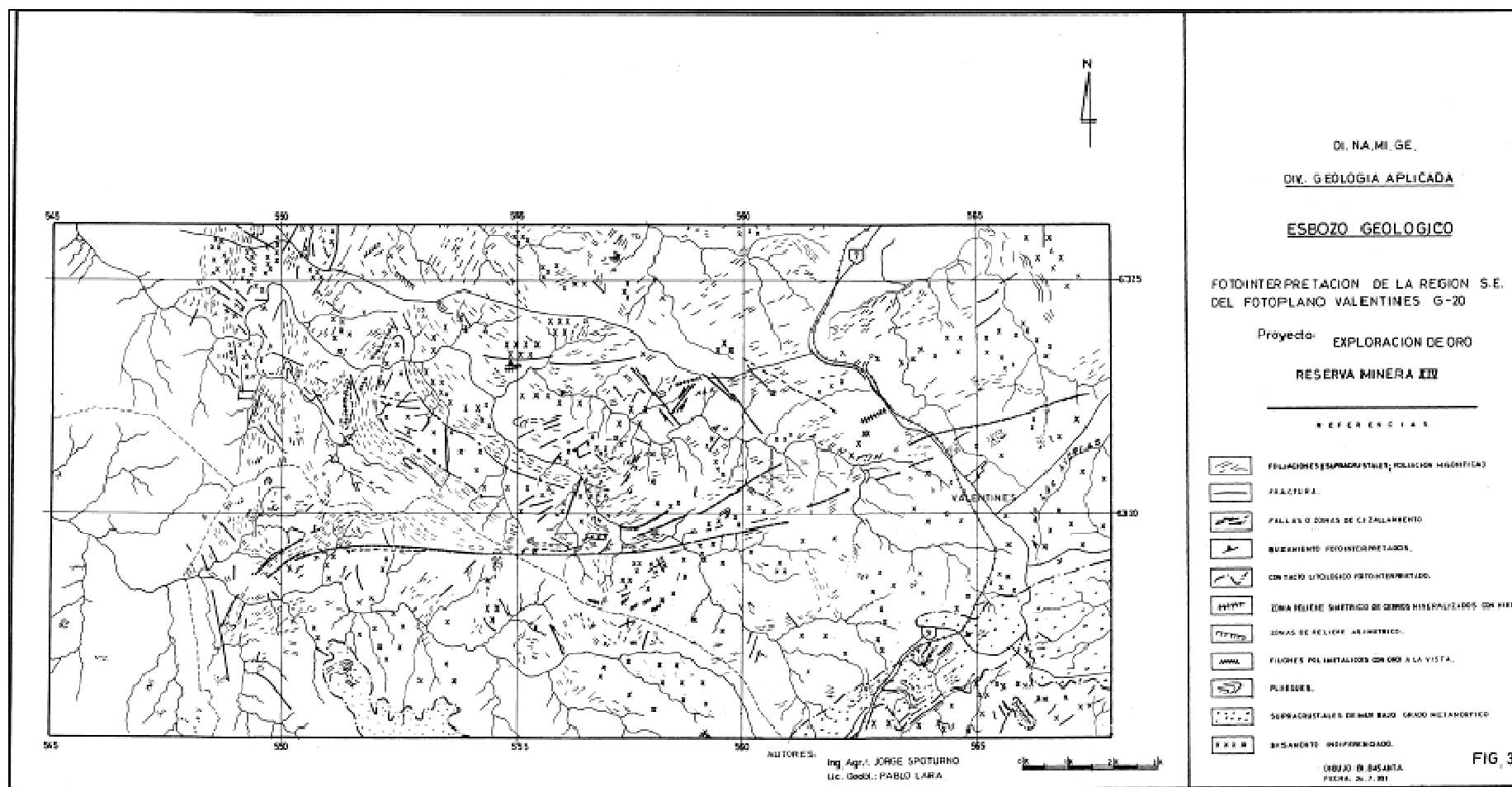
Resultados geoquímicos para las muestras recolectadas en este trabajo.

4-Informe de Exploración en la Reserva Exploración Minera XIV "Valentines" (Spoturno & Lara, 1991)

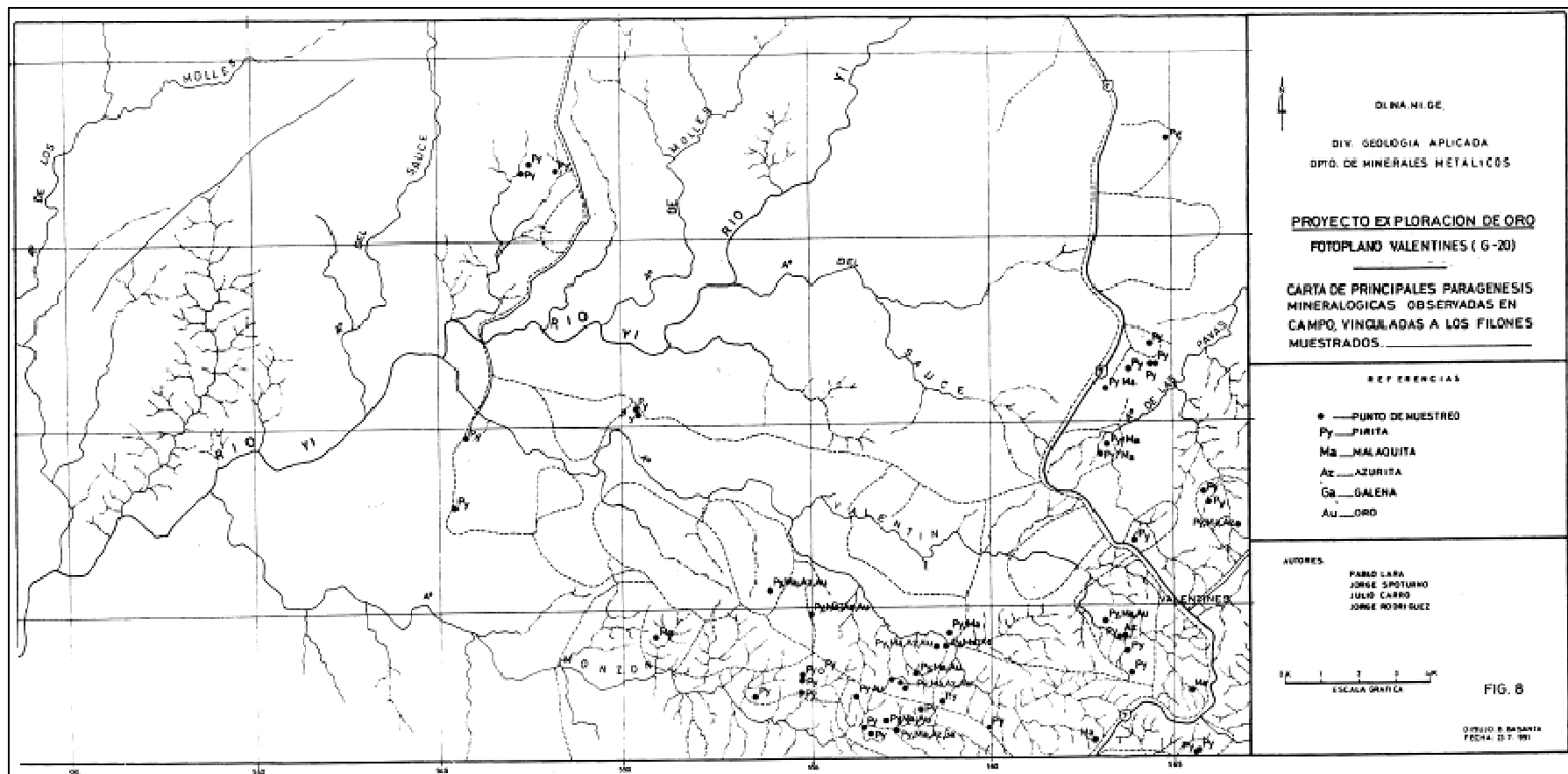
En el texto de este trabajo hemos hecho referencia a este informe en varias ocasiones, en este anexo presentamos la información grafica completa de la cual se tomaron los fragmentos expuestos en este informe.



Spoturno & Lara (1991), mapa que muestra la ubicación de los filones de cuarzo caracterizados en la reserva. Para los de color negro se confirmó la mineralización mediante análisis químicos.



Spoturno & Lara (1991), esbozo geológico del fotoplano Valentines elaborado para la reserva minera XIV. En el centro del área se puede observar o que los autores definen como cinturón de cizallamiento Valentines. El área de estudio de este trabajo se ubica hacia el extremo Sureste del fotoplano

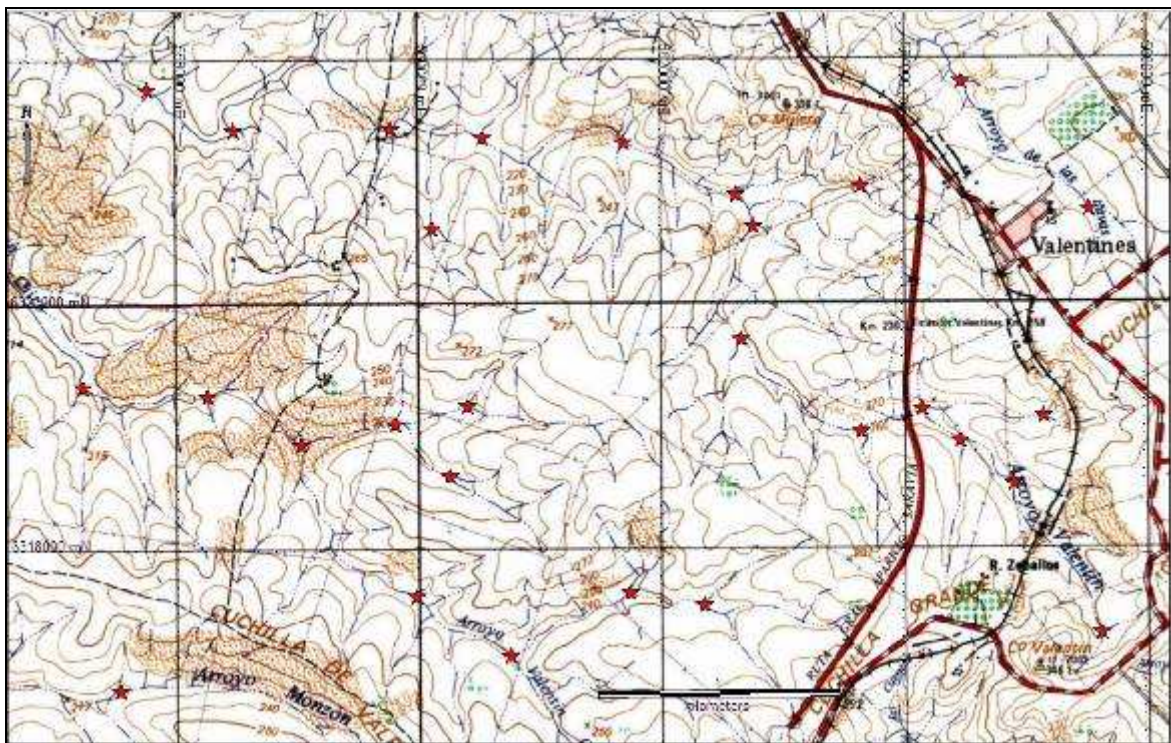


Spoturno & Lara (1991), mapa que muestra la ubicación de los filones de cuarzo caracterizados en la reserva y la paragénesis mineral asociada.

5- Propuesta de Trabajo.

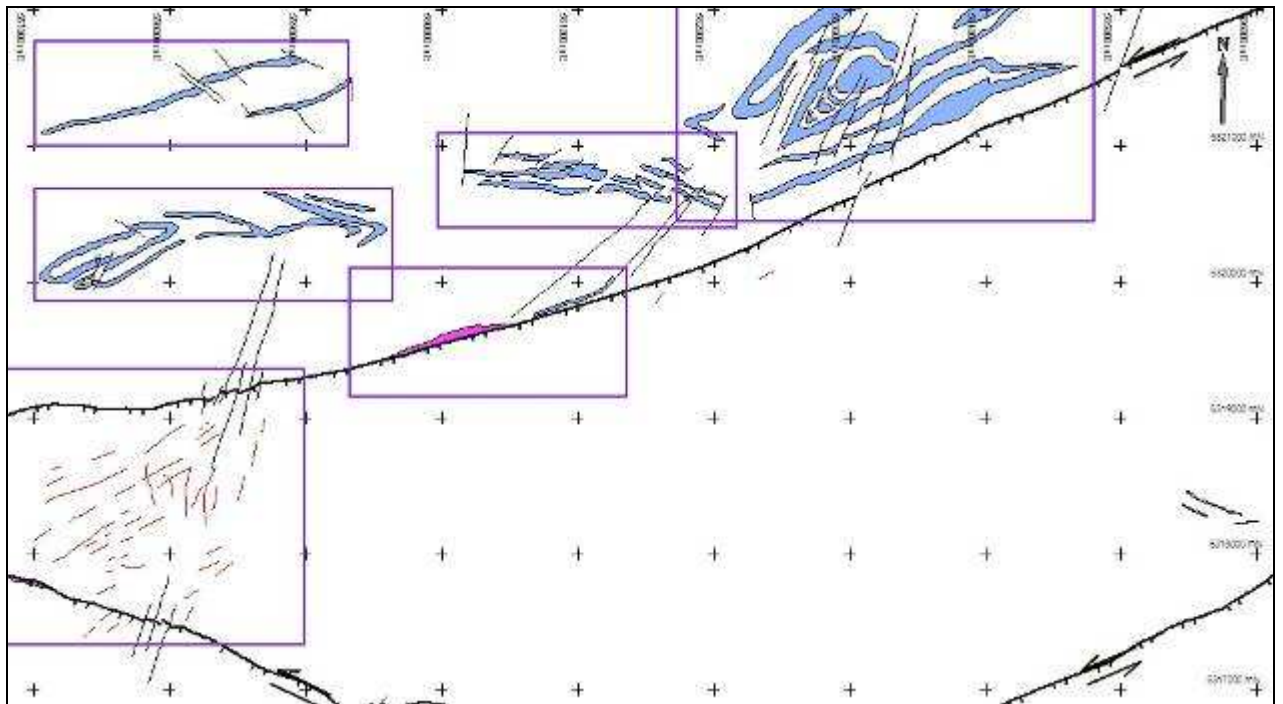
En el capítulo 6 se planteo un plan de trabajo para los diferentes tipos de yacimientos encontrados en el lugar, también se propuso la realización de una campaña regional de muestreo de sedimentos de corriente.

Aquí se plantea en un mapa este muestreo de sedimentos de corrientes para el área de estudio, la confección de un plan de muestreo regional se debería realizar más adelante teniendo en cuenta la disponibilidad de títulos mineros en el área así como un reconocimiento de superficie general.

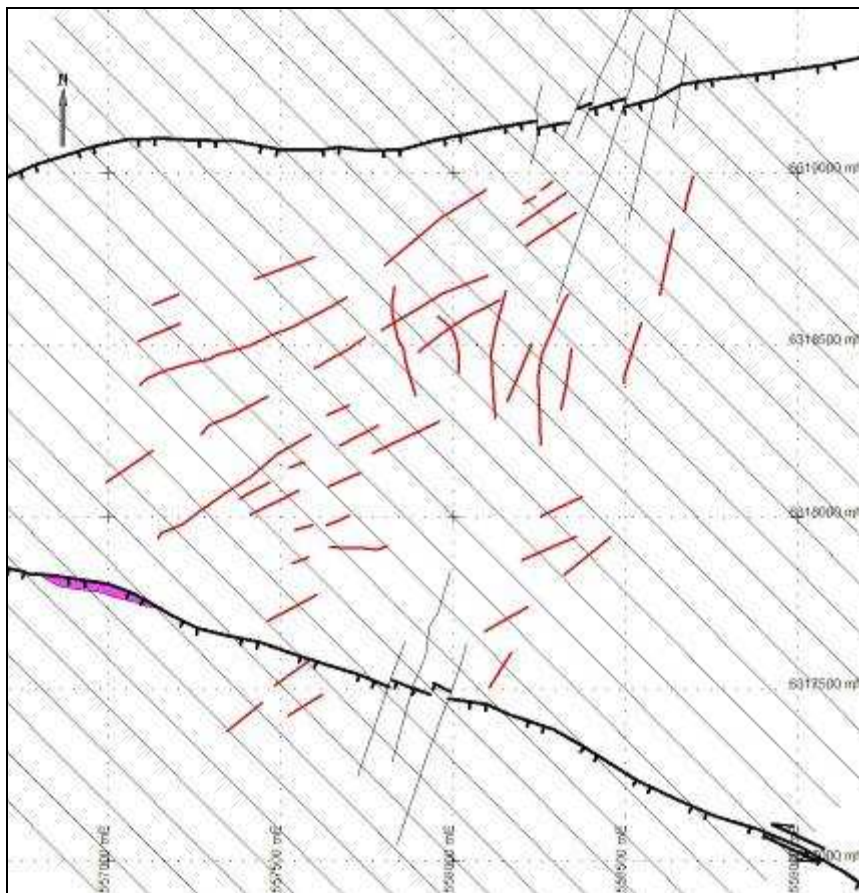


Ubicación de las muestras de sedimentos propuestas para confirmar y determinar anomalías geoquímicas.

También se plantean las áreas donde se debe realizar un mapeo de detalle de forma inmediata para confeccionar programas de perforación y una propuesta de malla de suelos para la zona donde afloran las vetas de cuarzo anómalas en oro.



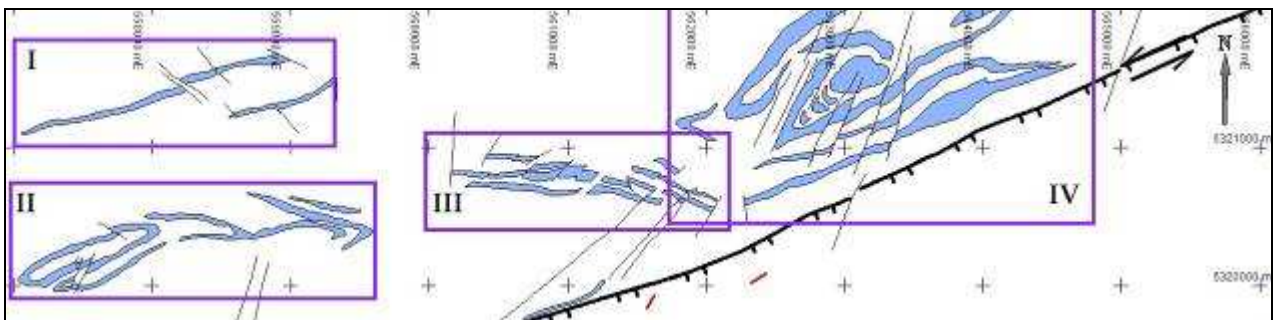
En violeta áreas propuestas para mapear al detalle 1:1000 o 1:5000, quizás se sumen otras luego de la campaña de sedimentos de corrientes.



Esquema de la malla de suelos planteada para el sub bloque Suroeste, líneas espaciadas 100m para mostrar la orientación de la malla.

6- Cálculo de Recursos potenciales

6.1- En el cálculo del potencial de recursos para el hierro se definieron diferentes áreas. Para realizar este cálculo estimativo se utilizaron diferentes parámetros, algunos tomados de bibliografía y otros tomados del mapa realizado en este trabajo. Los resultados deben presentarse en forma de rangos o valores aproximados y no en valores concretos debido a que no clasifican como recursos minerales y son solamente resultados de tareas de exploración mineral.



Ubicación de las distintas áreas cuantificadas

Bifs-Valentinesita	
Densidad*	3,4 ton/m ³
Tenor Fe promedio*	32%
Profundidad	150m

Tabla de parámetros utilizados (* Valores tomados de ONU, 1976).

Area	Tipo de estructura	Potencia de capa (m)	Extensión (m)
I	Cuerpo tabular inclinado	20	1500
II	Cuerpo tabular inclinado	30	2000
III	Cuerpo tabular inclinado	35	1200
IV	Capa subhorizontal	35	700x1200

Extensión y estructura de los diferentes cuerpos minerales para los que se realizó el cálculo de recursos potenciales estimados,

Utilizando las formulas básicas que se muestran a continuación se calcularon los recursos. El ejemplo corresponde al área I.

Volumen: potencia de capa X Extensión X Profundidad = Volumen
 20m X 1500m X 150m = 4:5 m³

Masa: densidad X volumen = masa

$$3,4 \text{ Kg/m}^3 \times 4,5 \text{ m}^3 = 15,3 \text{ millones de toneladas (mT)}$$

% de Hierro: masa X %Fe (32%) = Toneladas totales de hierro

$$15,3 \text{ mT} \times 0,32 = 4,896 \text{ mT}$$

% de Hierro Recuperable: masa X %Recuperación (93%) = Toneladas de hierro

$$4,896 \text{ mT} \times 0,93 = 4,553 \text{ mT de Hierro}$$

Recursos Potenciales		
Área	Volumen (millones/m ³)	Toneladas (millones)
I	4,5	15,3
II	9	30,6
III	6,3	21,42
IV	29,4	99,96
	49,2	167,28
	32%Fe	53.529.600
	93%Rec	49.782.528
		Toneladas totales de hierro
		Toneladas recuperables de hierro

Tabla de resultados de recursos potenciales por área.

6.2- Para la estimación de los recursos potenciales de oro se se utilizaron datos obtenidos en este trabajo así como de los antecedentes bibliográficos. Utilizando los parámetros abajo descriptos se llegó a dos valores posibles acerca del potencial, estableciendo un rango a tener en cuenta al evaluar el área.

	Espesor (m)	Extensión (m)	Profundidad	Volumen (m ³)	Toneladas	Ley promedio (g/ton)	Oro total (gr)	Onzas (0,32gr)
20 vetas	3	40	20	4.800	12.9600	10	1.296.000	40.500
Densidad de Qz	2,7 ton/m ³							

Tabla de parámetros y resultados para el cálculo de recursos potenciales de oro (datos recabados durante este trabajo).

Cálculos:

espesor X extensión X profundidad X numero de vetas = volumen total

$$3\text{m} \times 40\text{m} \times 20\text{m} \times 20 = 4800\text{m}^3$$

densidad X volumen = masa

$2.7\text{ton/m}^3 \times 4800 \text{ m}^3 = 129600 \text{ toneladas}$

$129600\text{toneladas} \times \text{ley promedio (10ppm)} = 1296000\text{gr de Oro}$

$1296000\text{gr} / 32\text{gr (onza)} = 40500 \text{ onzas de Oro}$

Si utilizamos la ley media definida por Spoturno & Lara (1991) de 2 g/ton obtenemos que:

$129600\text{toneladas} \times \text{ley promedio (2ppm)} = 259200\text{gr de Oro}$

$259200\text{gr} / 32\text{gr (onza)} = 8100 \text{ onzas de Oro}$