

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y
METALÚRGICA**



**GEOLOGIA Y EXPLORACION DEL
PROSPECTO JONCOJIRCA – CORDILLERA
NEGRA, ANCASH**

**INFORME DE
COMPETENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO GEÓLOGO**

**PRESENTADO POR:
JULIO FELIX CASTAÑEDA MONDRAGON**

Lima - Perú

2011

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y el Título de Ingeniero, a mis padres que me dieron un espacio en este mundo, que creyeron en mí y me apoyaron sin desmayo.

A mi querida Ana, compañera de mi vida y luz de mi camino y a mis hijos que me fortalecen día a día para seguir adelante y han sido también el motor y motivo de mi esfuerzo.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	7
1. GENERALIDADES.....	9
1.1. Antecedentes.....	9
1.2. Objetivos.....	9
1.3. Ubicación y Acceso.....	10
1.4. Propiedad Minera.....	11
1.5. Terrenos superficiales.....	11
1.6. Unidades.....	12
2. FISIOGRAFÍA.....	13
2.1. Topografía	13
2.2. Clima	14
2.3. Flora y Fauna.....	14
2.4. Recursos Locales e infraestructura.....	15
3. GEOLOGÍA.....	17
3.1. GEOLOGIA REGIONAL.....	17
3.1.1. Estratigrafía.....	17
3.1.2. Rocas Intrusivas.....	22
3.1.3. Geología Estructural.....	26
3.2. ASPECTOS GEOLOGICOS LOCALES.....	28
3.2.1. Estratigrafía.....	28
3.2.2. Geología Estructural.....	29
3.2.3. Alteraciones Hidrotermales.....	32

3.2.4.	Mineralización.....	35
4.	ESBOZO DEL MODELO GEOLOGICO DEL DEPOSITO.....	38
5.	EXPLORACION.....	40
5.1.	Mapeo Geológico.....	40
5.2.	Prospección Geoquímica de rocas.....	42
5.3.	Prospección Geofísica.....	48
5.4.	Perforación diamantina	53
5.5.	Resultados de la Perforación.....	54
5.5.1.	Geoquímica de los Taladros	54
5.5.2.	Alteración-Mineralización en los Taladros.....	60
6.	ESTIMACION DEL POTENCIAL.....	67
7.	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	74

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

GRAFICOS:

Fig. 1 Mapa de Ubicación

Fig. 2 Ubicación Metalogenética de Joncojirca

Fig. 3 Mapa Geológico Regional

Fig. 4 Columna estratigráfica local

Fig. 5 Mapa Geológico Local

Fig. 6 Mapa de Alteraciones Hidrotermales

Fig. 7 Esbozo del Modelo Geológico del Depósito

Fig. 8 Mapa de Afloramientos y estructuras

Fig. 9 Mapa Geoquímico de Superficie para Au

Fig. 10 Mapa Geoquímico de Superficie para Ag

Fig. 11 Mapa Geoquímico de Superficie para Pb

Fig. 12 Mapa Geoquímico de Superficie para Zn

Fig. 13 Mapa Geofísico de Magnetometría

Fig. 14 Mapa Geofísico de Cargabilidad

Fig. 15 Mapas Geofísico de Resistividad

Fig. 16 Grafico de la relación Ag/Pb distribución en los taladros

Fig. 17 Grafico de la relación Ag/Pb en los taladros mostrando zonación.

Fig. 18 Grafico mostrando zonación en sección principal

Fig. 19 a Fig. 21 Mapas geoquímicos para estimación del Potencial

Fig. 22 a Fig. 24 Secciones de mineralización

Fig. 25 Secciones transversales y polígonos de mineralización

Fig. 26 Modelo DEM y mineralización

Fig. 27 Modelo del sólido para Joncojirca

PROLOGO

El presente trabajo se presenta a la Universidad Nacional de Ingeniería como un Informe de Competencia Profesional para obtener el Título Profesional de Ingeniero Geólogo, y ha sido realizado teniendo como base los trabajos realizados por la Compañía Minera Silex Perú SRL en el prospecto Joncojirca los cuales fueron aprobados y dirigidos por el Autor. La información obtenida su tratamiento e interpretación fueron materia de discusiones y base para toma de decisiones respecto del futuro del prospecto.

Siendo Minera Silex una empresa de exploración y explotación minera, los trabajos estuvieron orientados a investigar el potencial minero del prospecto Joncojirca y su viabilidad para desarrollar minería. En tal sentido los alcances y limitaciones del Estudio son concordantes con el desarrollo de la actividad de exploración orientada hacia un fin económico extractivo, dentro de los marcos ambientales, sociales y legales vigentes en nuestro país.

La metodología de trabajo se desarrollo de acuerdo a las normas internas de la compañía y que en general rigen el trabajo geológico exploratorio. Dado que Joncojirca era un prospecto con trabajos iniciales de exploración, se llevo a cabo una etapa de recolección de información previa al inicio de los trabajos de campo. Posteriormente se realizó una prospección distrital con la finalidad de incorporar nuevas áreas a la exploración y finalmente se llevaron a cabo los trabajos detallados. Los mapas al detalle fueron

elaborados a escala 1:2000 y posteriormente interpretados. El siguiente paso fue elaborar folios con información detallada de litología, alteraciones, geoquímica para cada elemento importante, geofísica y topografía, cuya superposición e interpretación permitió proponer un modelo del depósito y diseñar el Programa de perforación. La ejecución de este programa nos dio los parámetros necesarios para hacer una reinterpretación del depósito y una estimación preliminar del potencial minero es decir contenido de metales, que para la época de exploración resultó estar por debajo de las expectativas de Silex Perú.

Quiero expresar mi reconocimiento a Minera Silex Perú por haberme autorizado utilizar la información de su propiedad para la realización de este informe, y así mismo expresar mi reconocimiento y agradecimiento a mi gran amigo y profesor el Dr. Victor Sanz por su permanente acicate a cumplir con esta meta finalmente lograda.

RESUMEN

El Proyecto Joncojirca, se encuentra ubicado en el cinturón volcánico de la Cordillera Negra, dentro de la franja XXI del Mapa Metalogenético del Perú (Ingemmet, 2009), en la región Ancash, distrito de Cajamarquilla, provincia de Huaraz, y las coordenadas UTM de un punto central son 204000E y 8929500N a una altitud promedio de 4500 m.s.n.m.

Se tiene referencia de los primeros trabajos exploratorios en el área a finales de los años 80 e inicios de los 90 por una empresa Junior Canadiense denominada Britania Gold, quien estuvo enfocando su exploración en metales preciosos dentro de un ambiente disseminado. Debido a sus resultados poco alentadores y la crisis económica de esa época Britania realizó una campaña corta de perforación y luego abandonó el proyecto. El área fue denunciada luego por Minera Silex Perú, actual propietaria de las concesiones.

Silex Perú le dio un enfoque diferente a la exploración, orientándola hacia el conocimiento del potencial de sulfuros de metales base y plata. Los trabajos de exploración se llevaron a cabo durante un periodo aproximado de 18 meses en forma secuencial, realizando levantamientos topográficos y geológicos, muestreo detallado y sistemático de rocas y estructuras, prospección geoquímica, prospección geofísica y perforación diamantina.

Dado que el proyecto se encuentra ubicado en la Franja de Depósitos Epitermales de Au-Ag y Depósitos Polimetálicos con superposición Epitermal

del Mioceno, la litología del área se encuentra conformada por rocas del Grupo Calipuy, principalmente flujos de lava andesítica en la parte inferior y piroclásticos de composición dacítica en la parte superior supra-yaciendo en discordancia angular a las Fms. Carhuaz y Farrat, toda esta secuencia ha sido intruída por un cuerpo de dacita porfirítica que aparentemente es el responsable de la mineralización. También se ha podido identificar la presencia de brechas volcánicas. El marco estructural del proyecto está dado principalmente por el "trend" Andino, un sistema N300°-340°, estructuras tensionales de dirección N° 80°-110° y sistemas de fracturamiento orientados N-S y N50°.

La alteración ha afectado principalmente a las rocas piroclásticas y al intrusivo dacítico, observándose el predominio de alteración sericita-pirita que se desarrolla desde el núcleo del intrusivo y se extiende horizontalmente hacia fuera de este. También se han identificado ventanas de alteración sílice-arcilla, argílica y propilítica hacia los bordes externos del sistema aflorando entre los volcánicos frescos.

La geoquímica de superficie y las anomalías geofísicas marcaron un buen blanco de exploración que hacía suponer un incremento de las leyes en profundidad, por lo cual se diseñó y ejecutó un programa de perforación diamantina para investigar el depósito en profundidad. Este programa permitió definir recursos potenciales de 12 millones de toneladas con leyes sub-económicas para el momento de la evaluación, lo cual hacía el proyecto inviable económica y financieramente.

CAPITULO I.- GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El Proyecto Joncojirca se origina como parte de un programa exploratorio realizado por Britania Gold en el año 1997, el cual era denominado proyecto Sabrina. Los primeros trabajos de exploración y perforación fueron realizados por esta empresa, la cual posteriormente abandonó el proyecto.

En el año 2005 ASC PERÚ LDC ahora minera Silex Perú SRL, en su programa de reconocimiento generativo de la zona norte denunció el área e inició trabajos de mapeo geológico, incidiendo principalmente en el aspecto litológico, de alteración y en la geoquímica de rocas. Los trabajos posteriores llevarían a determinar un blanco de exploración detallada que culmina con la ejecución de un programa de perforación diamantina.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este informe es mostrar los trabajos exploratorios llevados a cabo en el proyecto Joncojirca y el potencial minero del mismo, construyendo un modelo geológico que nos permita entender el yacimiento y su emplazamiento dentro de este “trend” tan importante que es la Cordillera Negra, donde se ubican yacimientos de importancia nacional como Pierina, San Luis, etc.

El segundo objetivo es mediante el trabajo presentado y sustentado obtener el título de Ingeniero Geólogo.

1.3 Ubicación y Acceso

El Proyecto Joncojirca, se encuentra ubicado en el departamento de Ancash, distrito de Cajamarquilla, provincia de Huaraz, con coordenadas UTM referenciales 204000E y 8929500N, a una altitud promedio de 4500 m.s.n.m. Se encuentra en terrenos superficiales pertenecientes a la comunidad campesina de Cajamarquilla, la cual a su vez pertenece a la provincia de Huaraz (Figura 1).

El proyecto es accesible por tierra desde Lima mediante la carretera Panamericana Norte hasta la localidad de Pativilca. De allí se continúa el recorrido por la ruta asfaltada Pativilca – Huaraz. De Huaraz se toma la carretera afirmada Huaraz-Pariacoto hasta el km 20 de donde se sigue por el desvío hacia la localidad de Pira, para posteriormente tomar la trocha carrozable con destino al proyecto Joncojirca (tabla 1).

Tabla 1: Recorridos para acceder al Proyecto

Ruta	Km.	Vía	Horas (Vehículo)
Lima – Pativilca	200	Asfaltada	3 h.
Pativilca – Huaraz	200	Asfaltada	3 h.30 min.
Huaraz – Pariacoto	20	Afirmada	50 min.
Pariacoto- Pira	25	Trocha carrozable	50 min.
Pira - Proyecto	5	Trocha carrozable	10 min.
Total	450		8 h 20 min.

También se puede acceder por vía aérea desde Lima a Huaraz (aeropuerto de Anta), en aproximadamente 1:20 horas y luego en camioneta hasta el proyecto (2 horas de viaje).

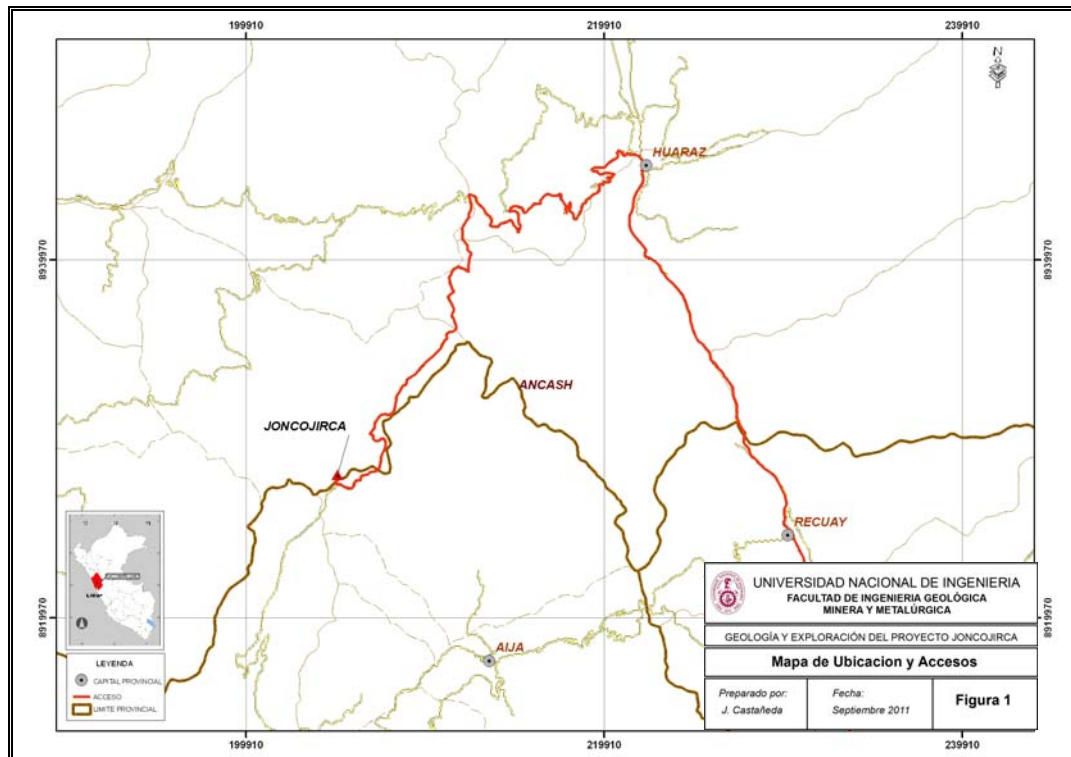


Fig. 1 Mapa de Ubicación y acceso al proyecto Joncojirca

1.4 Propiedad Minera

El titular del 100% de la propiedad minera que comprende 2600 Has es Minera Silex Perú SRL.

1.5 Terrenos superficiales

Los terrenos superficiales de acuerdo al Catastro del COFOPRI y a los Registros Públicos pertenecen a la Comunidad Campesina de Cajamarquilla.

1.6 Unidades

Todas las unidades de medida expresadas en este informe son en el sistema métrico, las leyes para minerales preciosos (Au, Ag) están expresadas en partes por millón (ppm) o partes por billón (ppb), los minerales base (Cu, Zn, Pb) están expresados en porcentaje de peso (%).

Las coordenadas tienen proyección UTM, con Datum PASAD 56, zona 18 sur.

CAPITULO II.- FISIOGRAFÍA

2.1 Topografía

El área tiene una topografía bastante accidentada, marcada al oeste por vertientes con fuerte declive que han sido modeladas en cañones estrechos con laderas abruptas y desérticas (Fotos 1 y 2). El río Santa es uno de los principales rasgos fisiográficos que corre hacia la vertiente del Pacífico, y ha modelado en las punas un valle amplio que se va haciendo cada vez más estrecho hasta cortar la cordillera Occidental en el denominado Cañón del Pato. Así mismo desarrolla el denominado Callejón de Huaylas, valle interandino donde se concentra gran porcentaje de la población ancashina.

Dos relieves destacan en la topografía de la región, La Cordillera Negra al oeste del Callejón de Huaylas, con cumbres que al momento actual carecen de glaciares y sólo excepcionalmente las de mayor altitud (4625 cerro Huinac) se cubren con delgadas acumulaciones de nieve que se licuan con los rayos matinales del sol. Al este del Callejón de Huaylas, la Cordillera Blanca, con numerosas cimas cubiertas de nieve y hielo como el nevado Huascarán, Huandoy, Alpamayo, etc.



Foto 1. Rasgos fisiográficos del área de trabajo.

2.2 Clima

El clima de la zona es frígido también conocido como clima de puna. Sus características más notorias son: sequedad de la atmósfera, lluvias y nevadas concentradas entre los meses de Diciembre a Marzo, heladas en los meses de Julio a Setiembre y diferencias de temperatura entre el día y la noche, el sol y la sombra (Foto 2).

En el fondo del valle interandino formado por el río Santa se produce un micro clima cálido y húmedo con temperaturas constantemente altas a lo largo del año, así como durante el día y la noche.

2.3 Flora y Fauna

La vegetación natural es escasa. Arbustos y hierbas recubren las vertientes y en las punas predominan las gramíneas como el ichu. Se encuentra también plantas de Puya Raymondi y pequeños bosques de

quisuar y queñual.

La agricultura esta de acuerdo con la altitud. En las vertientes y punas bajas la producción es principalmente maíz, papa, habas, cebada. Existen también bosques de eucaliptos que se cultivan hasta cerca de los 4000m de altitud.

La ganadería es la actividad más importante en las punas con predominio de ovinos, aprovechando los pastos naturales. También existe en forma incipiente la ganadería de vacunos que utiliza la alfalfa como forraje principal. En cantidad reducida se crían llamas y en los últimos años se está introduciendo la alpaca.

2.4 Recursos locales e Infraestructura

El Proyecto Joncojirca se encuentra a 25 km. de la ciudad de Huaraz a 1:30 horas en camioneta siendo por tanto esta ciudad su centro natural de aprovisionamiento. En Huaraz existe toda la infraestructura necesaria para desarrollar la actividad minera por lo tanto hay recursos humanos capacitados para las labores mineras. Muchos pobladores de estas zonas han trabajado en la actividad minera pequeña, mediana y grande que existe en Huaraz en la actualidad.

Los recursos hídricos son razonablemente abundantes en la zona, ya que existen numerosas quebradas que tienen agua estacional (puquiales).

La energía eléctrica es un recurso que no es difícil de obtener, ya que

varias líneas de alta tensión atraviesan la Cordillera Negra y pasan cerca del proyecto.



Foto 2. Joncojirca en época de invierno

CAPITULO III.- GEOLOGIA

3.1 Geología Regional

El proyecto Joncojirca esta ubicado en el cuadrángulo de Huaraz (Ingemmet, 20h), dentro de la Franja Metalogenética de los Depósitos Epitermales de Au-Ag y Depósitos Polimetálicos con superposición epitermal del Mioceno, según el Mapa Metalogenético de Ingemmet (2009), a 28 km. al Suroeste de la mina Epitermal de oro diseminado de Pierina y al norte de la mina de vetas de alta ley de plata y polimetálicos de Huinac (Figura 2).

En la figura 3 se muestra la geología regional.

3.1.1 Estratigrafía

La estratigrafía de la región se caracteriza por sus depósitos principalmente volcánicos, aunque se tienen también inter-digitaciones sedimentarias del Cretácico inferior (Figura 4). A continuación se describe la estratigrafía de la región del piso al techo.

Formación Chimú (Cretácico Inferior)

La formación Chimú esta mayormente conformada por estratos de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 metros de espesor; en total la secuencia puede variar entre 600 y 100 metros en el área del cuadrángulo.

Sus afloramientos son bastante dispersos y mayormente aparecen

en el sector sureste del área conformando los núcleos de los pliegues anticlinales erosionados. Infrayace a la formación Santa-Carhuaz (Figura 4).

Formación Santa-Carhuaz (Cretácico inferior)

La Formación Carhuaz, así como las otras unidades que conforman el Grupo Goyllarisquizga se encuentran en las llamadas Cuencas Chavín, Santa y parte de la cuenca Huarmey, descritas por COBBING, E. J. (1978). Debido a la similitud litológica en parte con la Formación Santa se les ha cartografiado conjuntamente en el sector occidental. Sus afloramientos más notorios se encuentran al Este de la Cordillera Blanca donde ocurren formando el núcleo de sinclinales kilométricos. La morfología que caracteriza a la Formación Carhuaz es más suave en relación con las unidades adyacentes.

La formación yace concordantemente sobre la Formación Santa y es seguida en igual relación por la Formación Farrat hacia las áreas vecinas ubicadas al Norte y Noroeste. Consiste principalmente de limoarcillitas, aunque pueden estar presentes capas de arenisca cuarcífera en la parte central de la unidad. Las limoarcillitas son principalmente de color gris a gris-verde y pueden encontrarse además, delgadas capas de yeso en la parte inferior de la formación (Foto 3). La Formación Carhuaz normalmente tiene 600 m de grosor, pero hacia el Oeste del Callejón de Huaylas es algo más gruesa. WILSON, J. (1967) ha reportado grosores de más de 1,500 m

(Figura 4).

En la región de Cajatambo la Formación Santa está infra-yaciendo con ligera discordancia a una secuencia de andesitas piroclásticas. Estas andesitas asignadas al Grupo Casma fueron probablemente erupcionadas durante la época de acumulación de la Formación Carhuaz y pueden ser consideradas como equivalentes laterales de tal unidad.

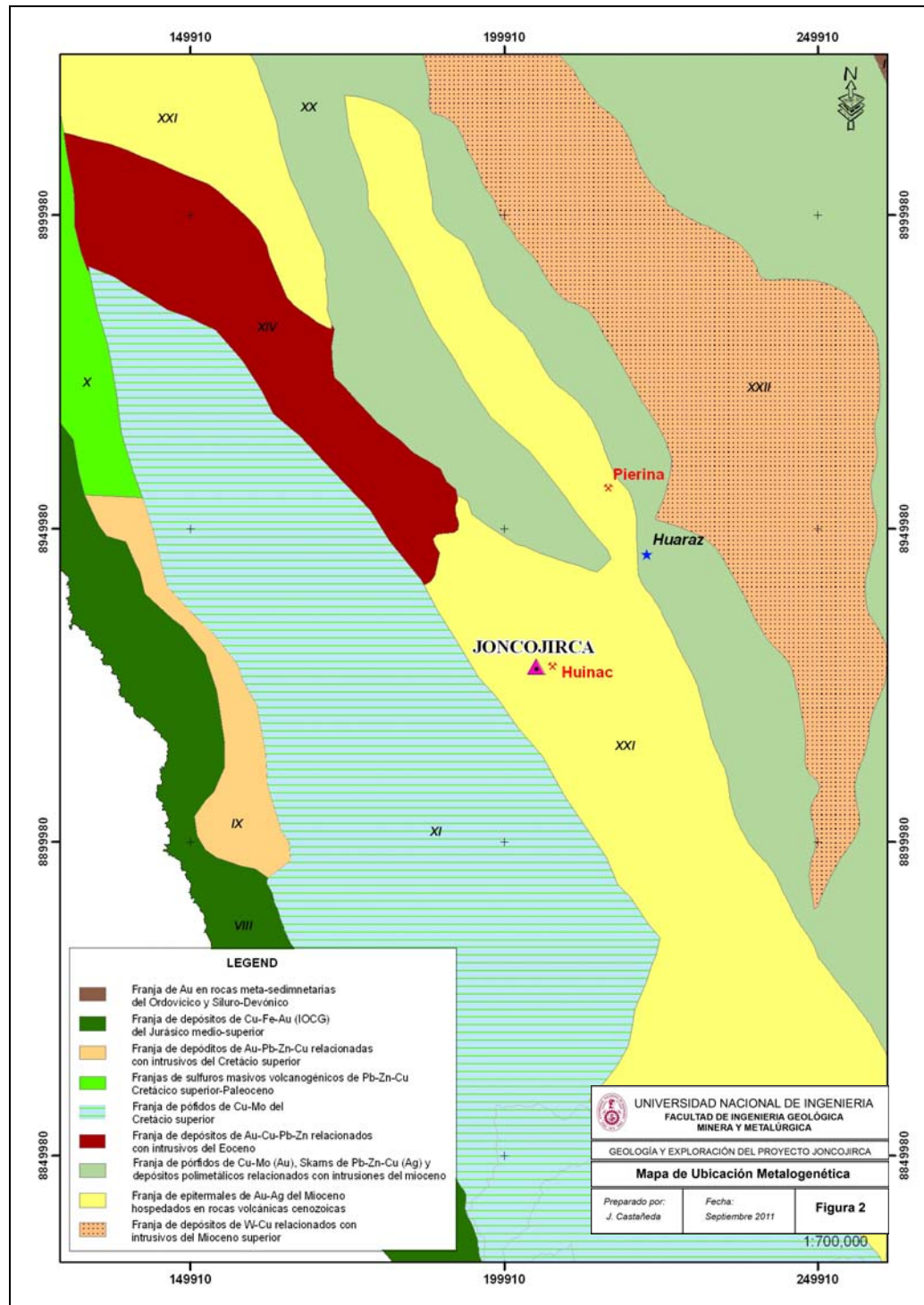


Fig. 2 Ubicación Metalogénica del Proyecto Joncojirca (Ingemmet, 2009)

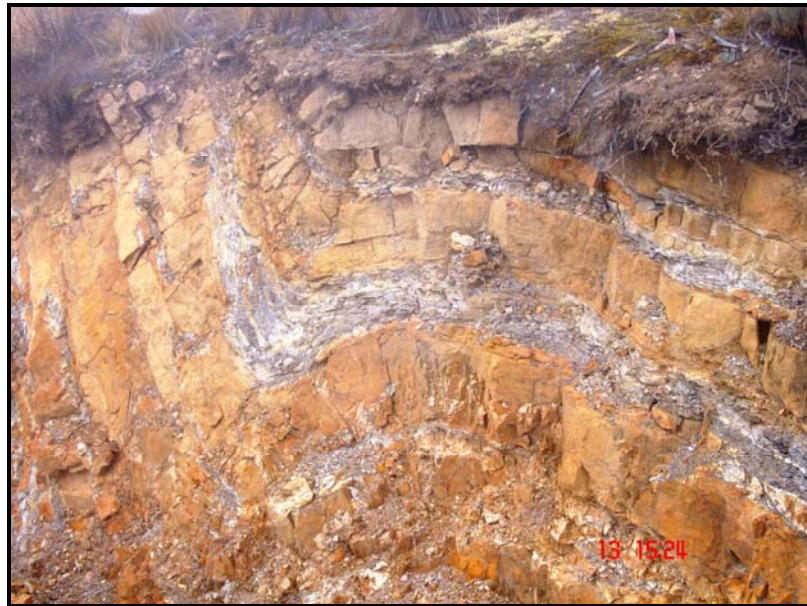


Foto 3. Afloramientos de las Fms Santa-Carhuaz en la región.

Grupo Calipuy (Terciario – Paleógeno)

El Grupo Calipuy se encuentra distribuido a lo largo de la Cordillera Negra conformando la parte más elevada de ella. Se dispone como una franja de rumbo NO-SE que tiene un ancho variable entre 25 a 40 km y muestra discontinuidad de afloramientos a lo largo del rumbo andino debido a la profundidad de los valles transversales correspondientes a los principales ríos como el Pativilca, Fortaleza, Aija y Pira. Su límite oriental en gran parte, lo constituye el río Santa, sin embargo, existen afloramientos en el extremo sur de la Cordillera Blanca (nevados Cajat, Lariaraju, Jeulla Rajo, etc.), y en la Cordillera de Huayhuash (nevados Auxilio, Huacshas, Jirishanca Chico, etc.).

Tiene un espesor de por lo menos 2,000 metros y en algunos lugares más de 3,000 metros de secuencias de rocas volcánicas

variadas principalmente piroclastos gruesos de composición andesítica, aunque también son abundantes las lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas (Figura 4).

El Grupo Calipuy descansa con gran discordancia angular sobre casi todas las formaciones Mesozoicas desde la Fm. Casapalca hasta la Fm. Chicama. También sobreyace a los plutones más orientales del Batolito de la Costa. Fue depositado después del período de plegamiento, erosión y levantamiento que afectó a las unidades anteriores y que culminó formando una amplia superficie de erosión. El Grupo Calipuy fue emplazado sobre esta superficie.

Aparentemente la parte superior del Grupo Calipuy es composicionalmente más ácida que la parte inferior y es particularmente rica en ignimbritas, aunque este aspecto no puede usarse como una regla general ya que hay lugares donde las ignimbritas ocupan secciones completas del volcánico.

En el área del proyecto está conformado por piroclásticos principalmente, con algunas intercalaciones de lavas (Foto 4).

3.1.2 Rocas Intrusivas

Están representados en la región por Intrusivos de Alto Nivel que afloran al Este del Batolito de la Costa y generalmente emplazados en los volcánicos Calipuy, las sedimentitas del miogeosinclinal andino y el

Complejo del Marañón. Sus afloramientos son de tamaños variables pero pueden alcanzar los 10 km² o inclusive más grandes, como los plutones de Pira o Corpanqui. Están distribuidos en un área muy amplia y no están necesariamente alineados entre sí, presentando una textura porfirítica con fenocristales de plagioclasas, biotita y cuarzo.

El stock de Huinac es uno de ellos y aflora en Joncojirca y está representado por el intrusivo dacítico (Foto 5).

Otro cercano es el de Pira de composición tonalítica a granodiorítica y textura de grano fino a medio. Este plutón probablemente ha producido alteración en los volcánicos Calipuy, la cual está relacionada a la mineralización de sulfuros diseminados (Figura 3).



Foto 4. El Grupo Calipuy en el área del proyecto.

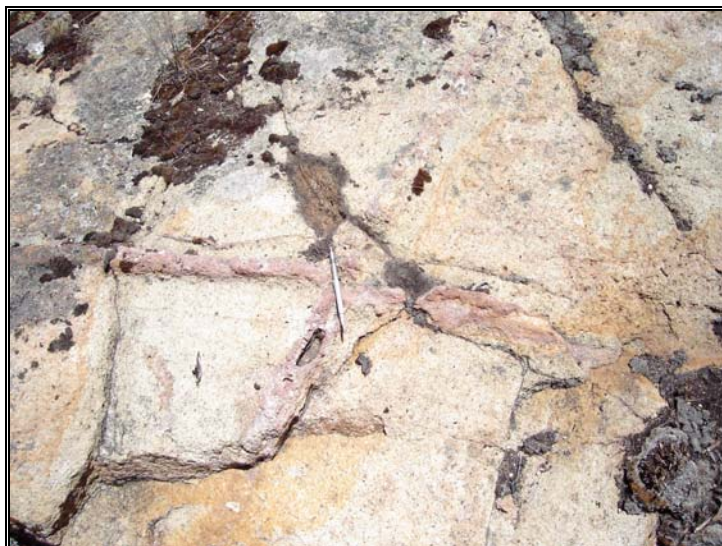


Foto 5. Intrusivo de Huinac.

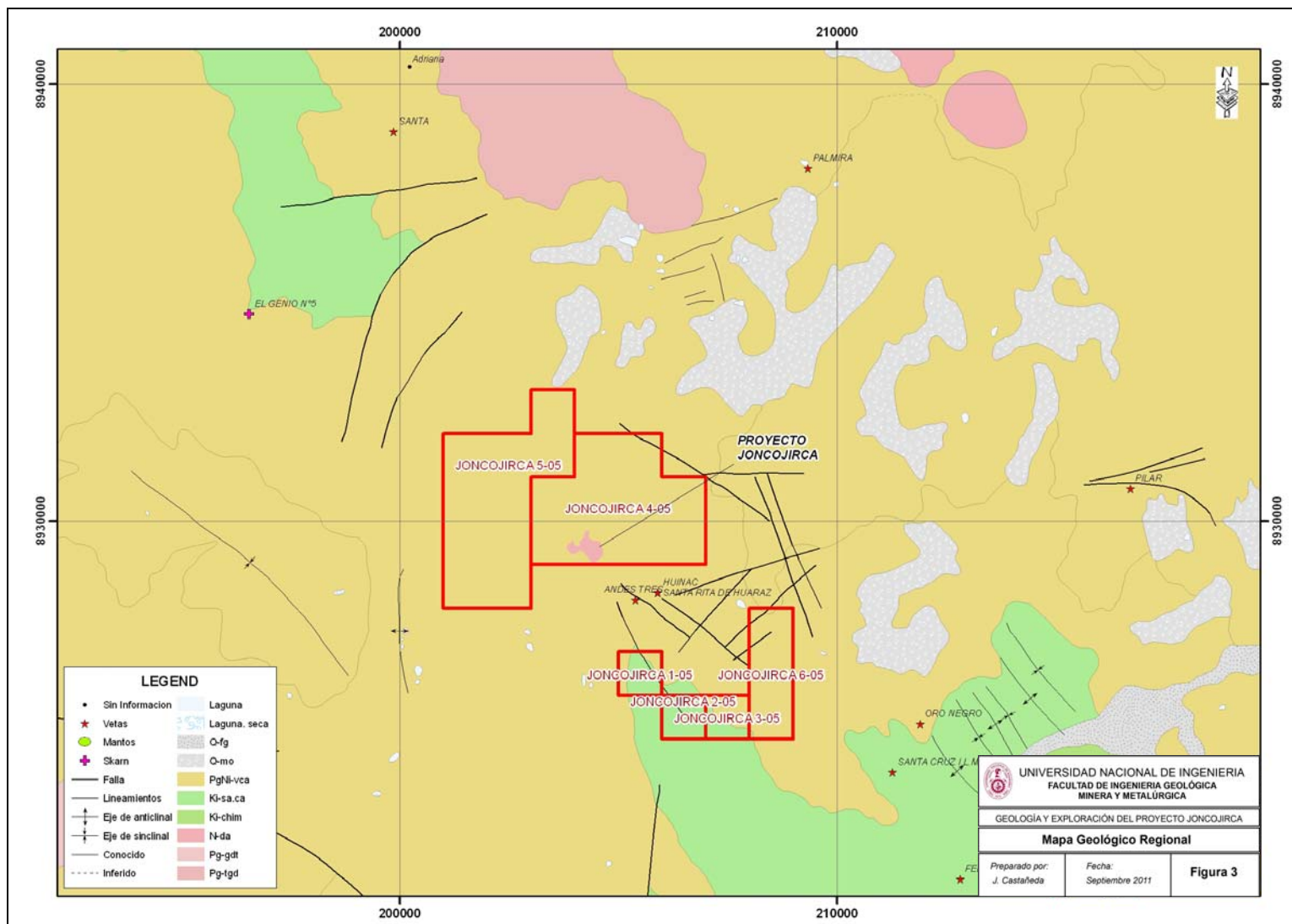


Fig. 3 Mapa Geológico Regional (según Ingemmet, 2009)

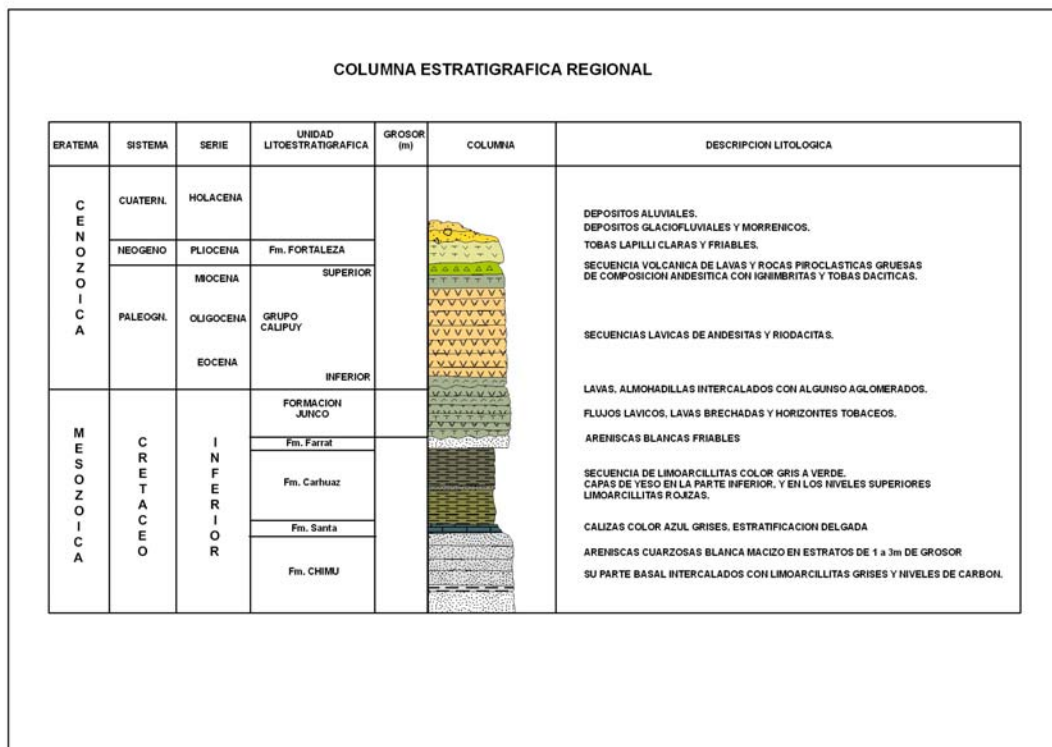


Figura 4. Columna estratigráfica (modificada de Ingemmet, 1996)

3.1.3 Geología Estructural

La orogenia Paleozoica controló la estratigrafía a través de fallas mayores paralelas al margen del Océano Pacífico cuya razón de existencia no es aún conocida. A este proceso le sucedió la formación del Cinturón Orogénico Mesozoico que fue desplazado hacia el Oeste y permitió el desarrollo de las cuencas sedimentarias.

El inicio de la subducción en la placa del Pacífico estableció la formación de un arco de islas volcánicas posteriormente erosionadas, y su intermitencia a lo largo del Jurásico y Cretáceo dio como resultado un eugeosinclinal a lo largo de la cadena volcánica. Durante la orogenia sub-Herciniana esta cadena fue plegada e inmediatamente

después empezó su emplazamiento el Batolito de la Costa. Durante el Paleoceno al área sufrió la deformación de la orogenia Incaica y se desarrollaron estructuras siguiendo la tendencia andina. Posteriormente ocurrieron levantamientos masivos en bloques y se estableció una superficie de erosión sobre la cual se depositó la gruesa secuencia volcánica continental del Calipuy.

Las estructuras de deformación han sido formadas por orogenias diferentes las cuales han dejado su huella principalmente en las unidades más jóvenes como sucede con el volcánico Calipuy esta plegado como producto de la orogenia Neógena.

El mayor efecto de los levantamientos recientes fue el desarrollo de sistemas de estructuras del tipo tensional. El levantamiento de los Andes se inicio en el Plioceno tardío y continuó a través del Pleistoceno hasta los tiempos recientes (Steinmann, 1930).

Sin embargo, el rasgo estructural más importante que ha afectado el área de Joncojirca y gran parte de la zona, es el Graben del Callejón de Huaylas, que tiene rumbo NW – SE y es probablemente una de las características estructurales que mas ha influenciado en la metalogenia de la Cordillera Negra.

3.2 ASPECTOS GEOLOGICOS LOCALES

3.2.1 Estratigrafía

Localmente en el área de estudio las rocas más antiguas están conformadas por areniscas y lutitas de las Fms Santa y Carhuaz del Cretácico inferior y en discordancia angular afloran las lavas y piroclástos del grupo Calipuy.

Litología

Lavas: Son de composición andesítica, mayormente de grano fino y color gris verdoso y se ubican hacia la base del grupo.

Piroclástos: generalmente de textura matriz soportado con clastos polimícticos y, de composición dacítica, desarrollándose hacia el tope del grupo.

Pórfido: de composición dacítica y textura porfirítica, se interpreta como un apófisis del stock de alto nivel de Huinac (Figura 4 y foto 6).

Brechas freáticas: En los bordes del pórfido dacítico han sido emplazadas brechas freáticas polimícticas compuestas por clastos de arenisca, lutita y pórfido dacítico dentro de una matriz de polvo de roca.

Diques: El evento mas reciente es el emplazamiento de diques andesíticos tardíos de grano fino que cortan a toda la secuencia.

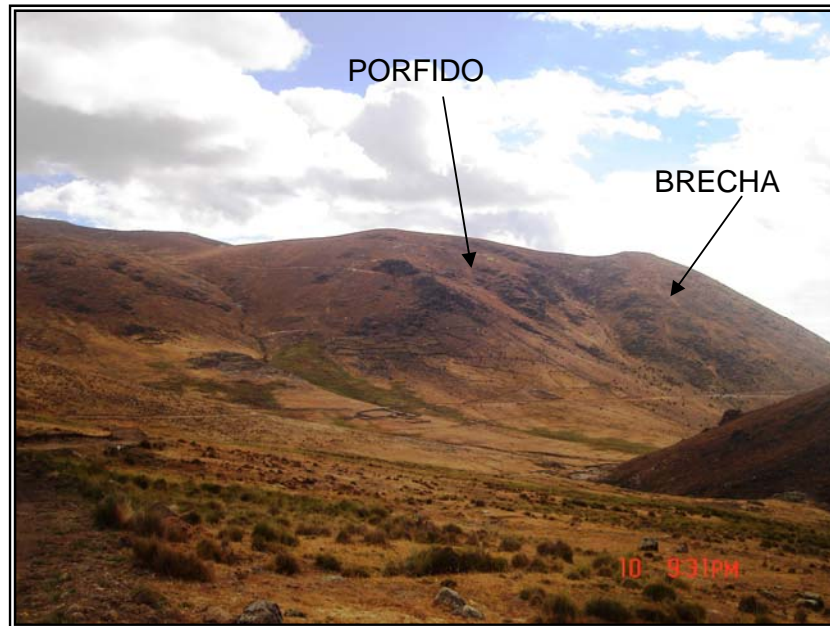


Foto 6. Vista del pórfido dacítico y parte de las brechas de borde en Joncojirca.

3.2.2 Geología Estructural

El marco estructural de Joncojirca está conformado por dos sistemas de fallamiento-fracturamiento conjugados, uno de rumbo N300° a 340° y su tensional de rumbo N° 80° a 110° (Figura 5 y foto 7).

Adicionalmente existe fracturamiento de las rocas en direcciones N-S y N50° los cuales forman corredores estructurales importantes a nivel distrital. En uno de estos corredores se encuentra emplazada la Mina Huinac, depósito de vetas polimetálicas explotado a pequeña escala.



Foto 7. Fracturamiento en el pórfido dacítico.

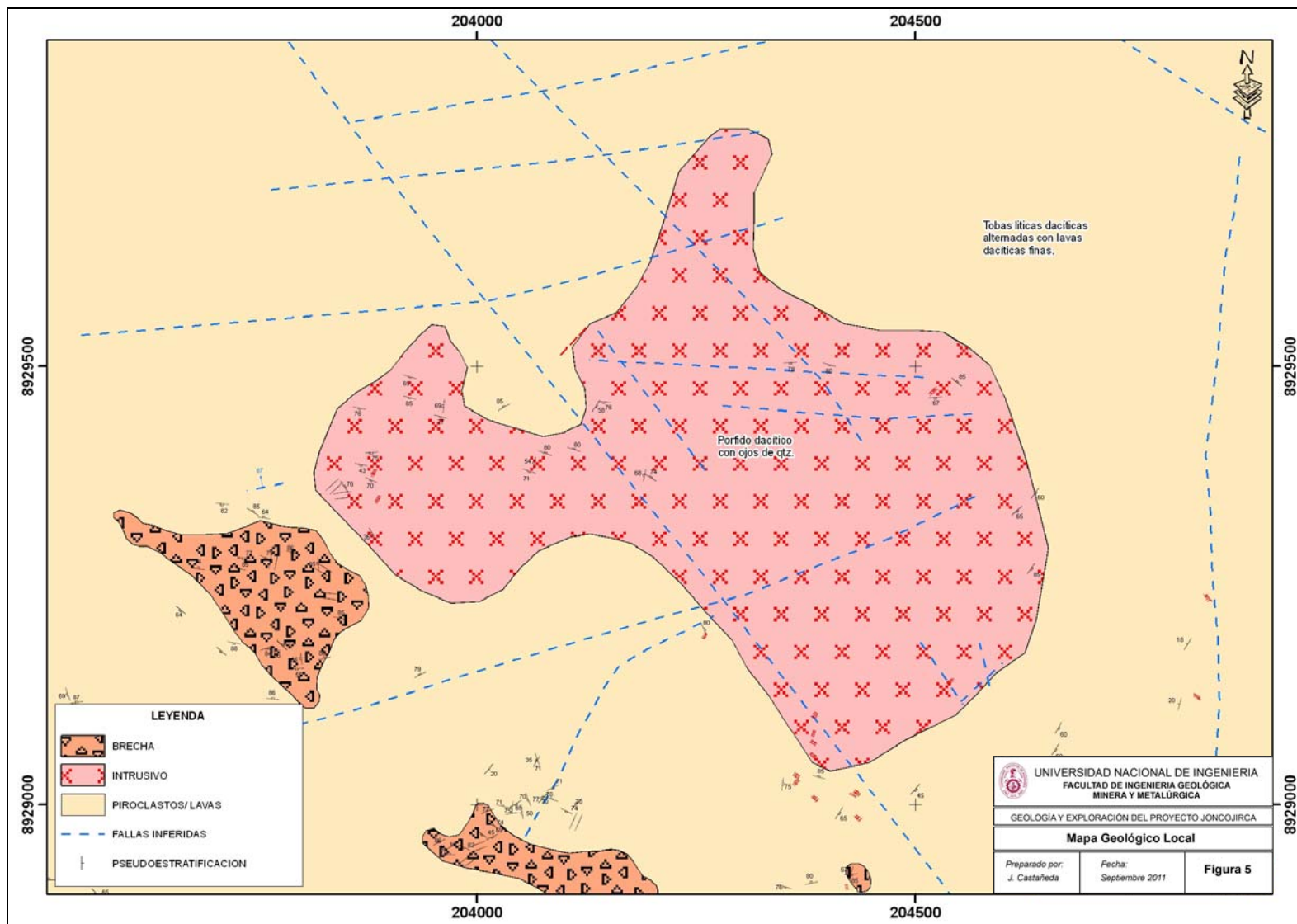


Fig. 5 Mapa Geológico Local del Proyecto Joncojirca.

3.2.3 Alteraciones hidrotermales

El patrón de alteración en el yacimiento es simple y está centrado básicamente en el intrusivo, distinguiéndose de afuera hacia adentro del sistema, primero una propilitización extensa (clorita-pirita), en las rocas circundantes, seguida de una aureola argílica (arcillas y caolín) (Foto 9), y hacia la parte central una zona de alteración sericita-pirita con variable cantidad de cuarzo que afecta a los piroclastos (Foto 8), y al intrusivo dacítico en el cual, en general la alteración es de grado moderado, quedando remanentes muy poco alterados (Figura 6).



Foto 8. Intensa alteración sericita-cuarzo-pirita en tufos.



Foto 9. Alteración argílica rodeando los afloramientos silicificados.

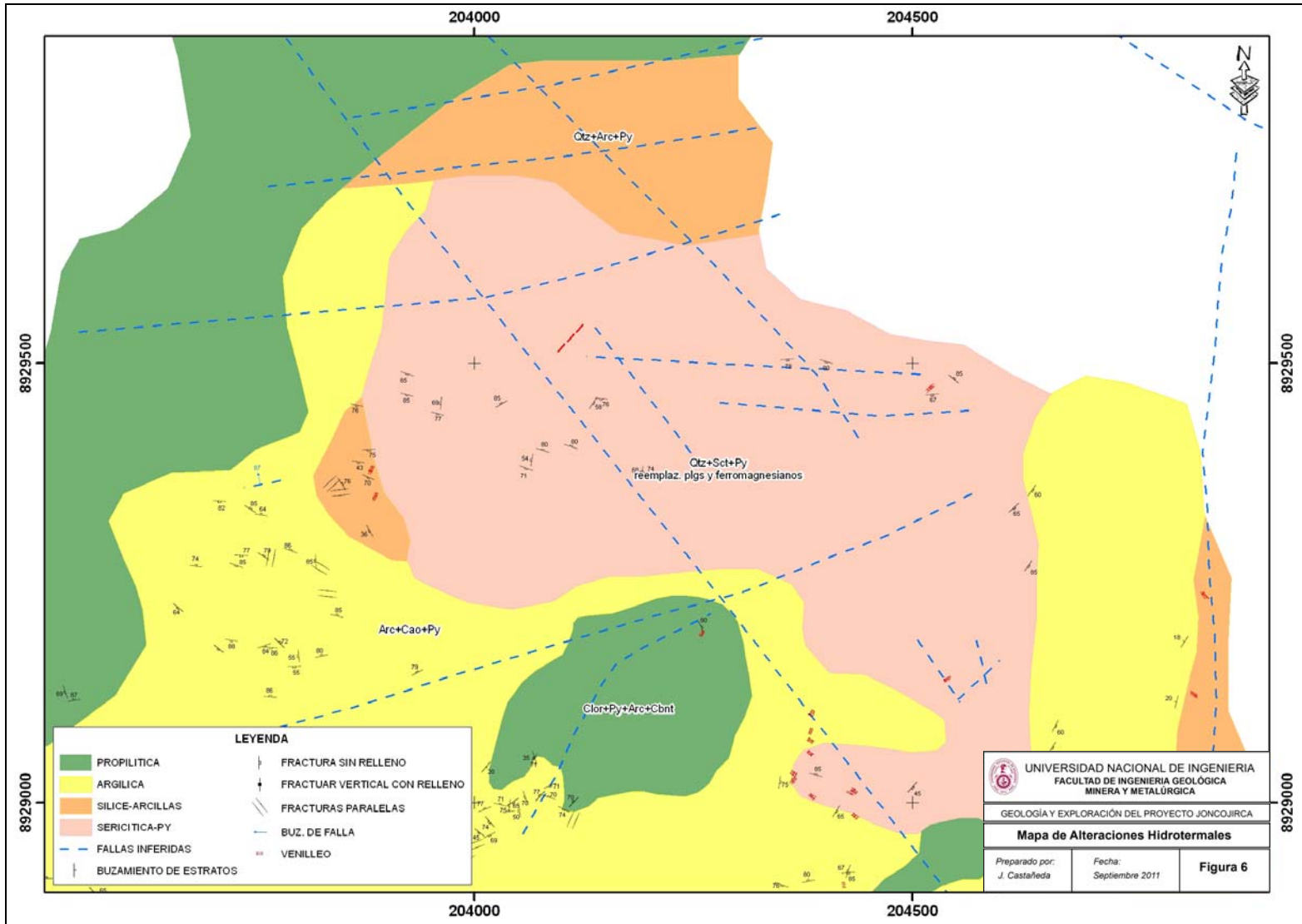


Fig. 6 Mapa de Alteraciones hidrotermales del proyecto Joncojirca.

3.2.4 Mineralización

En Joncojirca se puede describir dos estilos de mineralización:

- Diseminación de sulfuros en la roca relacionado a intensa alteración sericita-pirita; y
- Vetas y vetillas de cuarzo-sulfuros albergadas en aureolas de sericita-pirita.

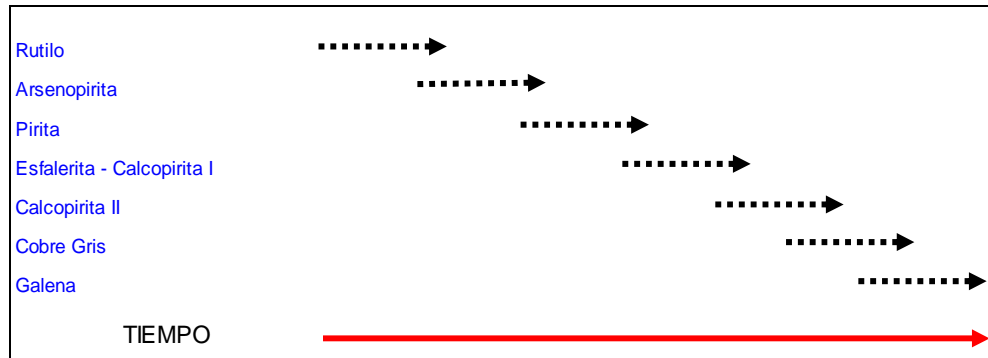
La diseminación de sulfuros en las rocas piroclásticas se manifiesta como reemplazamiento de los ferromagnesianos por esfalerita, galena y pirita, generalmente bien cristalizadas y en granos de hasta varios centímetros. La diseminación es mas intensa generalmente cerca de venillas de cuarzo-sulfuros (Foto 9). Este tipo de mineralización contiene también Oro y Plata en cantidades moderadas. En el pórfido dacítico también se observa diseminación de sulfuros, principalmente esfalerita y pirita.



Foto 9. Diseminación y venillas de esfalerita en tufo alterado.

La secuencia paragenética determinada por estudios mineragráficos

para la disseminación de sulfuros es así:



Las vetas y vetillas son delgadas y se pueden encontrar tanto en los piroclastos como en el pórfido dacítico. Están conformadas por cuarzo-calcita-esfalerita-galena-pirita. Se ha observado la presencia de cuarzo cristalizado en venillas y oquedades principalmente relacionado al pórfido dacítico. La ocurrencia de calcopirita es muy débil y se observa en algunos testigos de los sondajes. Se ha identificado rodocrosita formando parte de la matriz de algunas brechas hidrotermales cortadas en profundidad y en venillas en los taladros profundos. Se postula que este sería el evento final en el sistema y que habría removilizado los sulfuros, como se nota en las menores leyes de Pb-Zn en las zonas con rodocrosita.

Los estudios de microscopía en muestras de testigos de perforación nos dan la siguiente probable secuencia paragenética para el yacimiento:

Los estudios de microscopía en muestras de testigos de perforación

nos dan la siguiente probable secuencia paragenética para las venillas:

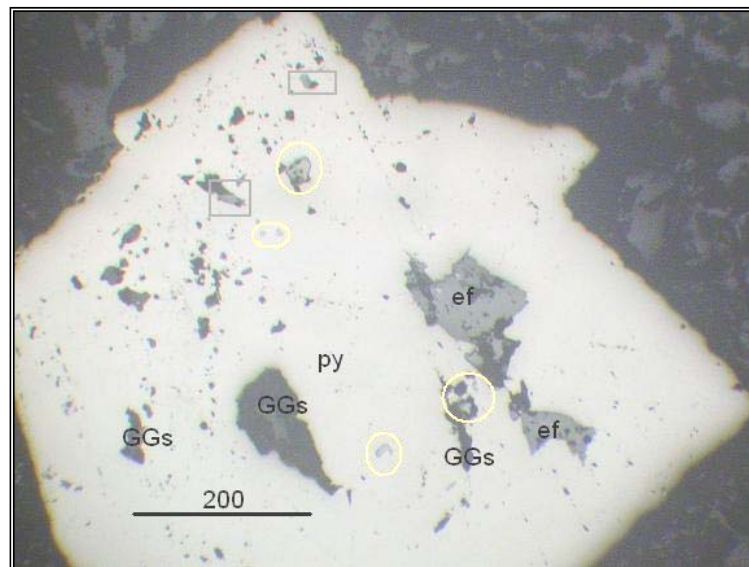
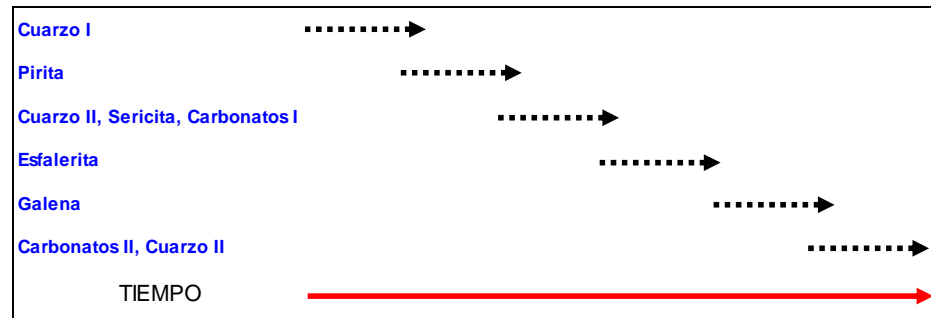


Foto 10. Microfotografía mostrando un cristal de pirita, de tamaño destacado, con inclusiones grandes de esfalerita y gangas tardías (sericita?), además de numerosas finas inclusiones de esfalerita (rectángulos oscuros) y galena (elipses cremas).

CAPITULO IV.- ESBOZO DEL MODELO GEOLOGICO DEL DEPÓSITO

Con la información obtenida de la petrología, mineralogía, geoquímica, geofísica, alteraciones hidrotermales y la interpretación de los planos geológicos, se esbozó el modelo geológico de carácter preliminar.

La extensa alteración cuarzo-sericita-pirita que esta presente tanto en el intrusivo de dacita porfirítica como en los piroclásticos circundantes nos muestra un sistema hidrotermal con intensa circulación de fluidos de pH intermedio a ácido que prepararon la roca para la posterior o tardía mineralización de sulfuros, aprovechando tanto la porosidad desarrollada en dichas rocas así como las fracturas para producir concentraciones mayores de tipo veta de corta extensión.

El modelo geológico de exploración propuesto para Joncojirca corresponde a una mineralización de sulfuros de Pb y Zn con valores de Ag y Au desarrollada a partir de un cuerpo intrusivo porfirítico de dacita, en contacto con la secuencia volcanoclástica del grupo Calipuy, donde el intrusivo habría desarrollado una zona de “carapacho” o fracturamiento en sus bordes de cúpula con diseminación y venillas de sulfuros y al mismo tiempo habría producido una diseminación y escasas vetas en los piroclásticos sobreyacentes (Figura 7).

Por los tanto, el yacimiento corresponde a un deposito polimetálico de Zn-Pb, con valores de Ag-Au, de carácter mesotermal que grada a un epitermal.

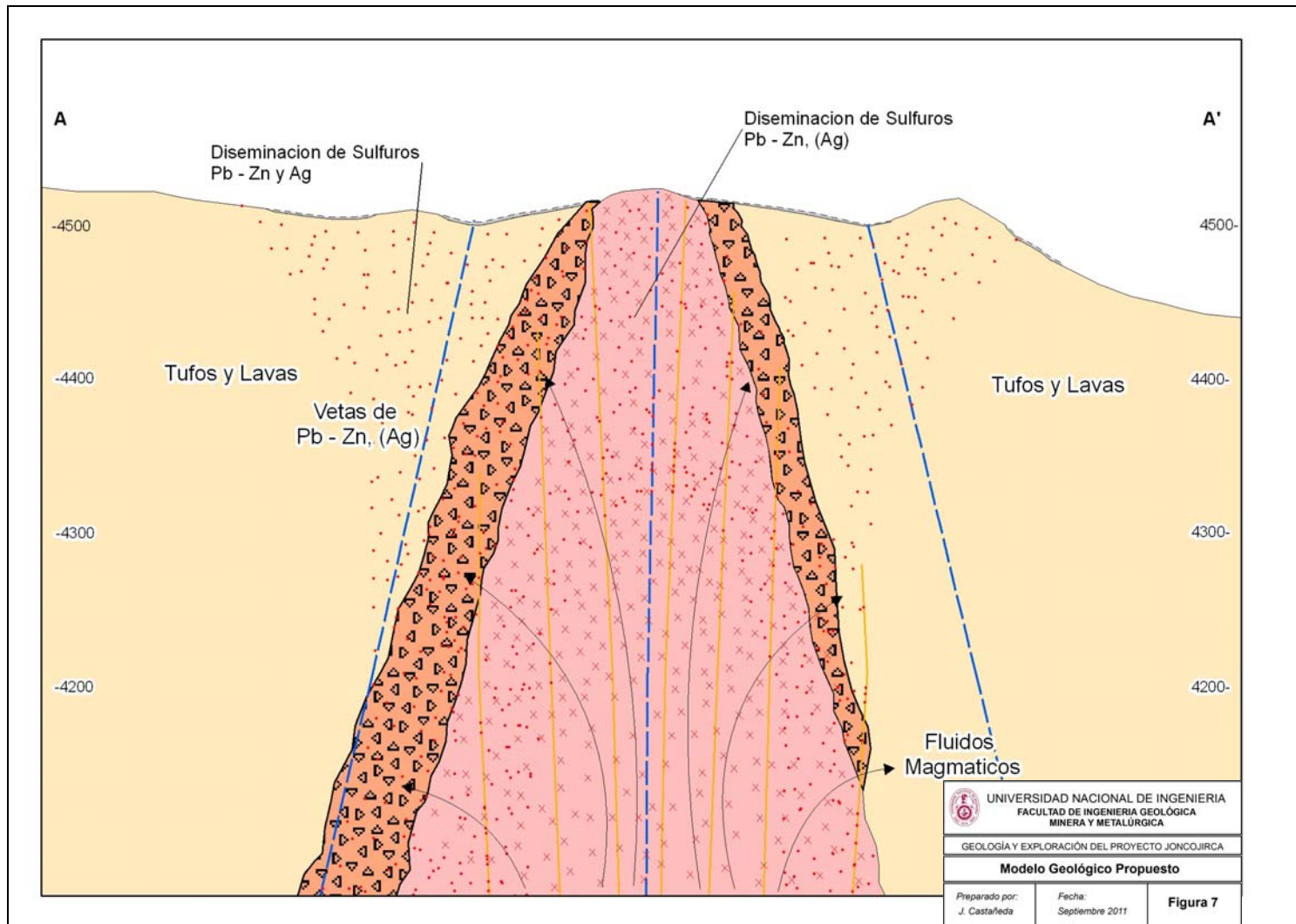


Figura 7. Esbozo del modelo Geológico propuesto para el proyecto Joncojirca (Sección A A' sin escala)

CAPITULO V.- EXPLORACIÓN

5.1 Mapeo Geológico

La base para el mapeo geológico fue el plano topográfico con curvas de nivel a 5 metros de separación, obtenido por restitución fotogramétrica.

Se cartografió mapas geológicos a escala 1:25000, 1:10000, 1:5000 y detallado 1:2000 para el programa de perforación (Figura 8, mapa de afloramientos a escala 1:500). En estos mapas se uso el sistema de folios detallados de litología y texturales, de alteración, de estructuras y de mineralización. Posteriormente fueron digitalizados para su uso en GIS. Así mismo se dibujaron las secciones geológicas correspondientes a varios cortes del depósito y de cada uno de los taladros proyectados. En la foto 11 se observa el campamento de exploración.



Foto 11. Campamento de Exploración en Joncojirca

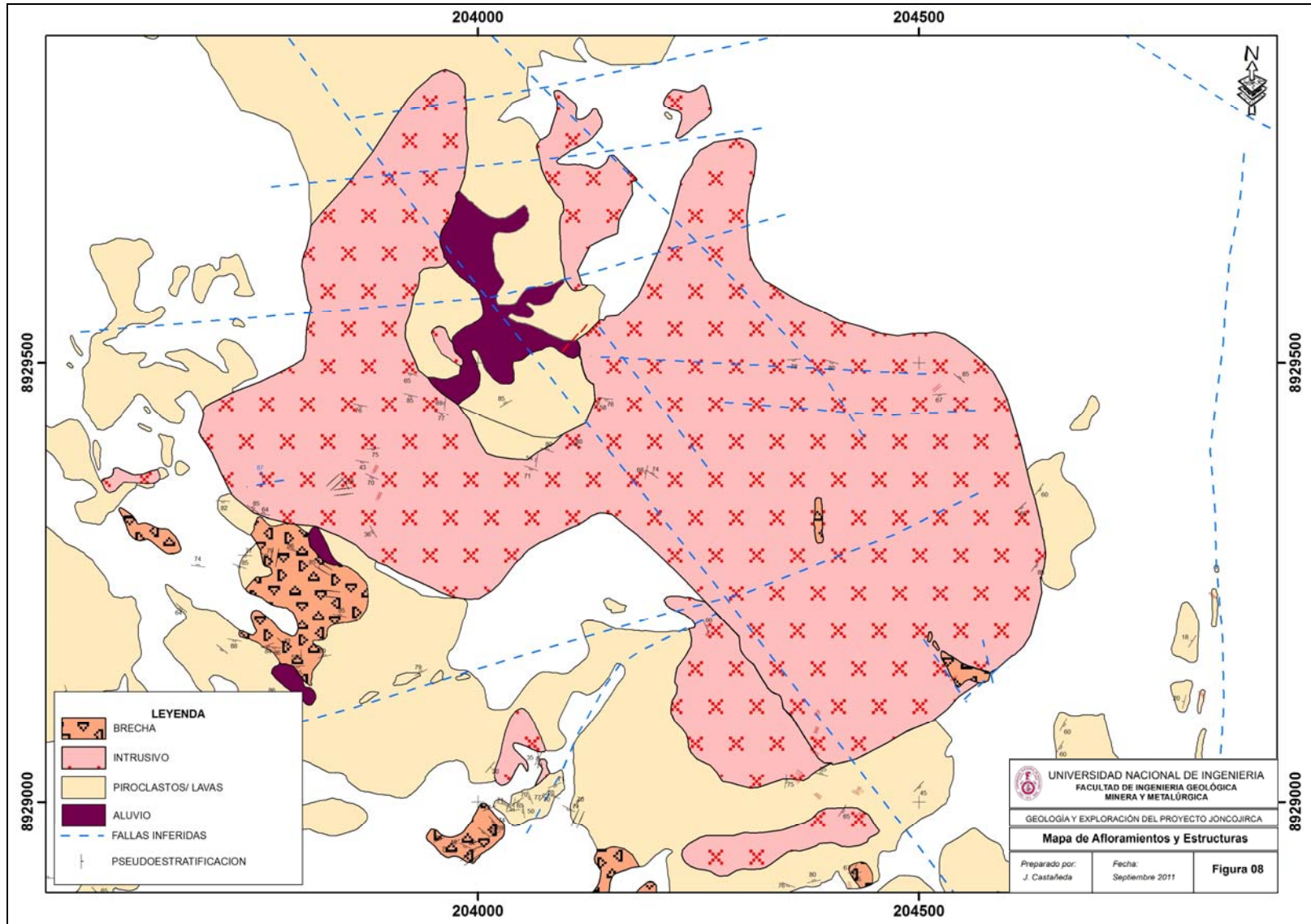


Figura 8. Mapa de afloramientos y estructuras.

5.2 Prospección Geoquímica de rocas

El muestreo de superficie se realizó mediante canales, trincheras, esquirlas de rocas y en los taludes de carreteras y accesos, básicamente sobre las zonas con alteración cuarzo-sericita y sobre las vetas. En total se han recolectado 2,193 muestras de roca en superficie, a lo largo de todas las etapas de exploración del proyecto, desde 1996 hasta el 2006.

La tabla 2 nos muestra la estadística de la base de datos de superficie donde se han considerado la totalidad de muestras recolectadas, sin una clara distinción de los tipos de alteración. Se aprecia los promedios, máximos y mínimos de Ag, Au, Pb y Zn.

TABLA Nº 2 Geoquímica de rocas

	Au_ppb	Ag_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
Total muestras	2193			
Vmax.	15150	360	15200	10100
Vmin.	0	0	0	0
Promedio	83	5.8	909	278

Con esta información se construyó la base de Datos Geoquímica la cual ha servido para la elaboración de los diferentes mapas geoquímicos y el análisis de las anomalías detectadas para los diferentes elementos que a continuación se describe.

El mapa geoquímico de Au muestra un área anómala de 900 x 700 m. (Figura 9), con algunos altos localizados al oeste y sur del proyecto, coincidiendo con estructuras de rumbo E-O, que podrían haber servido como “alimentadores” de fluidos y haber concentrado metales.

El mapa geoquímico de Ag (Figura 10), nos muestra una zona bien marcada de mineralización en superficie, con valores mayores a 30 ppm de Ag, aunque es más restringida que la de plomo (Figura 11), el cual tiene una anomalía más extensa y de altos valores.

El zinc es muy débil en superficie (Figura 12), y no muestra valores muy altos pero penetrando un poco la superficie mejora sustancialmente, como se pudo apreciar en los valores obtenidos en las trincheras (foto 12).



Foto 12. Trincheras de muestreo.

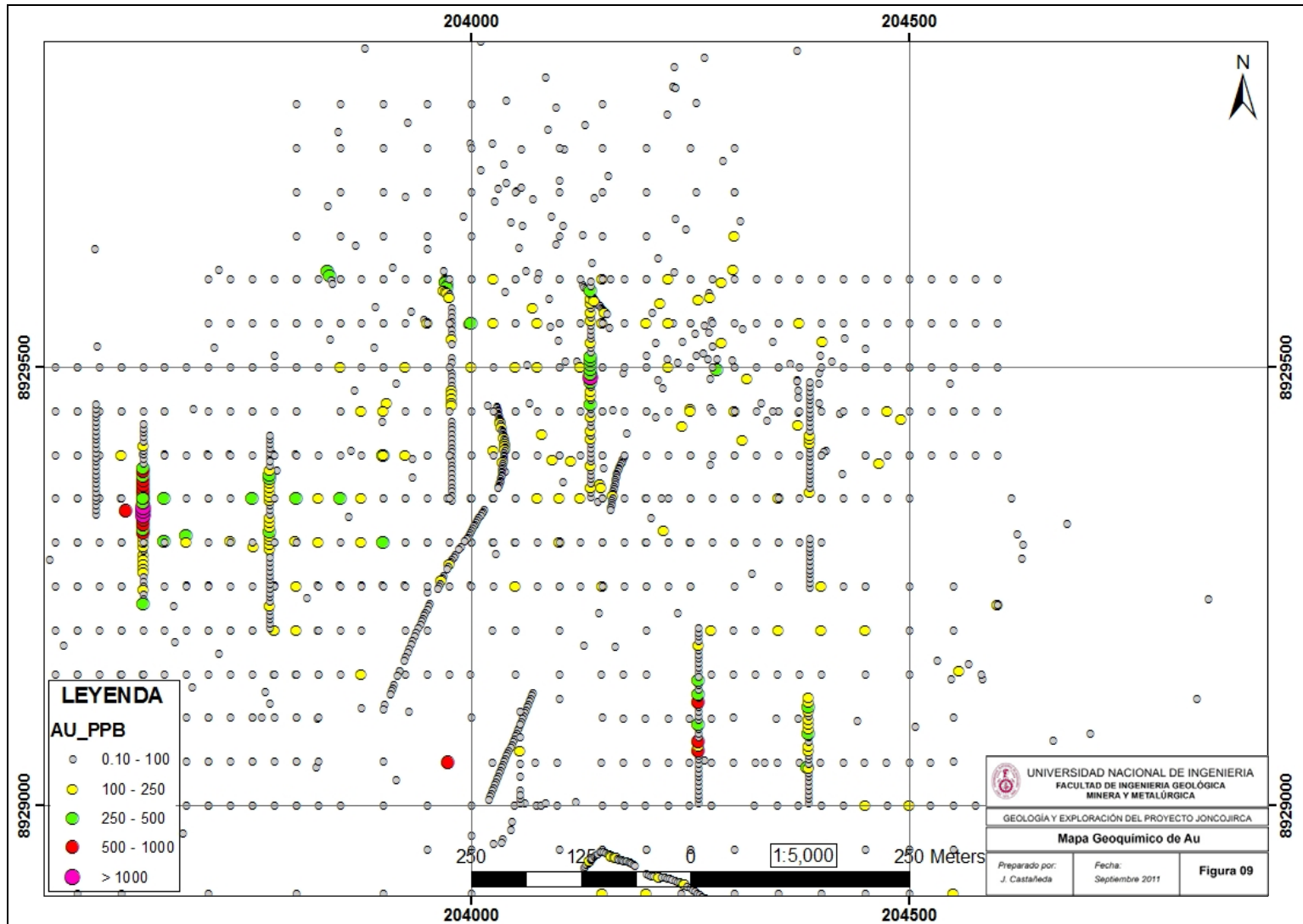


Figura 9. Mapa geoquímico de la distribución del Oro.

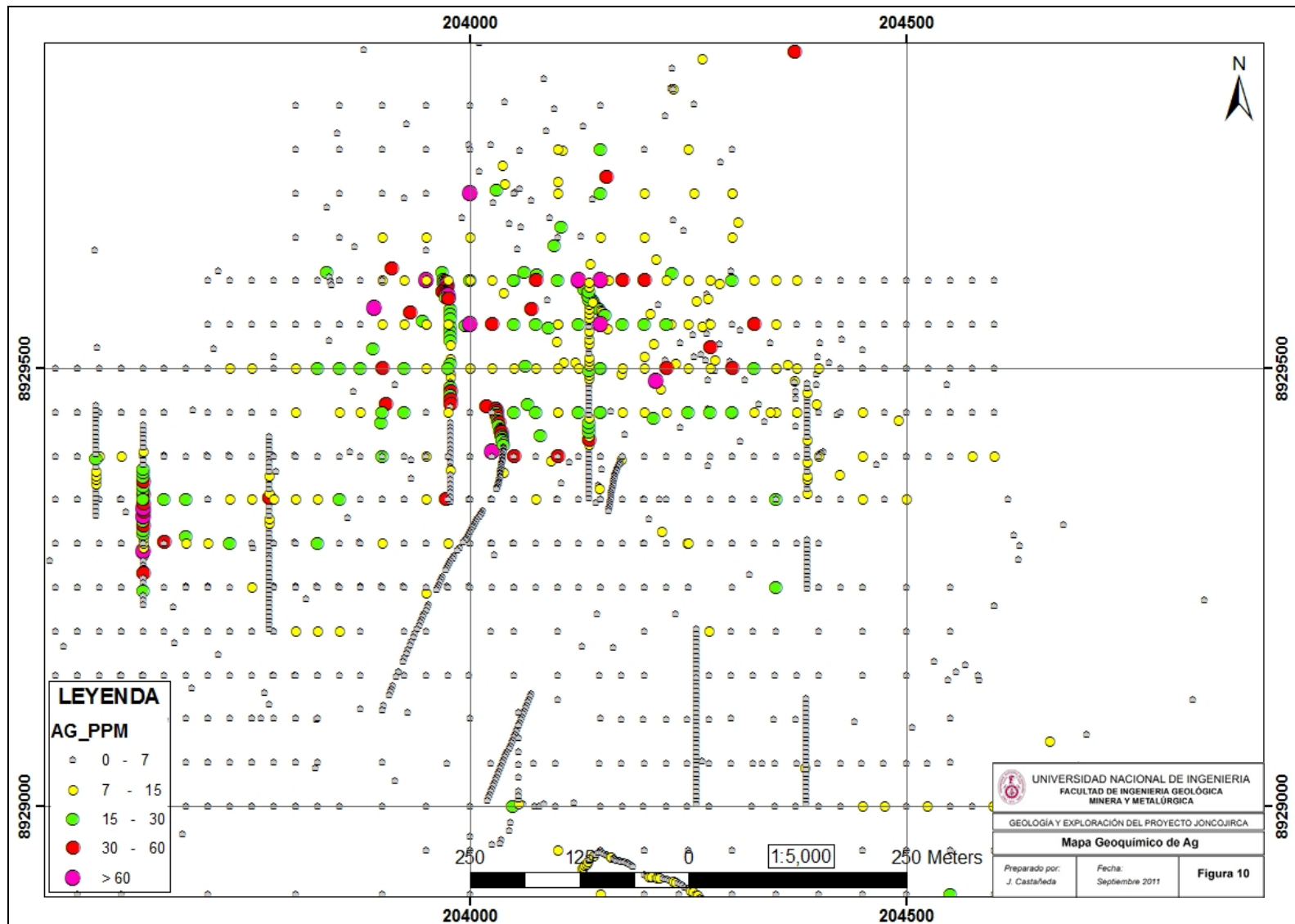


Figura 10. Mapa geoquímico de la distribución de la Plata.

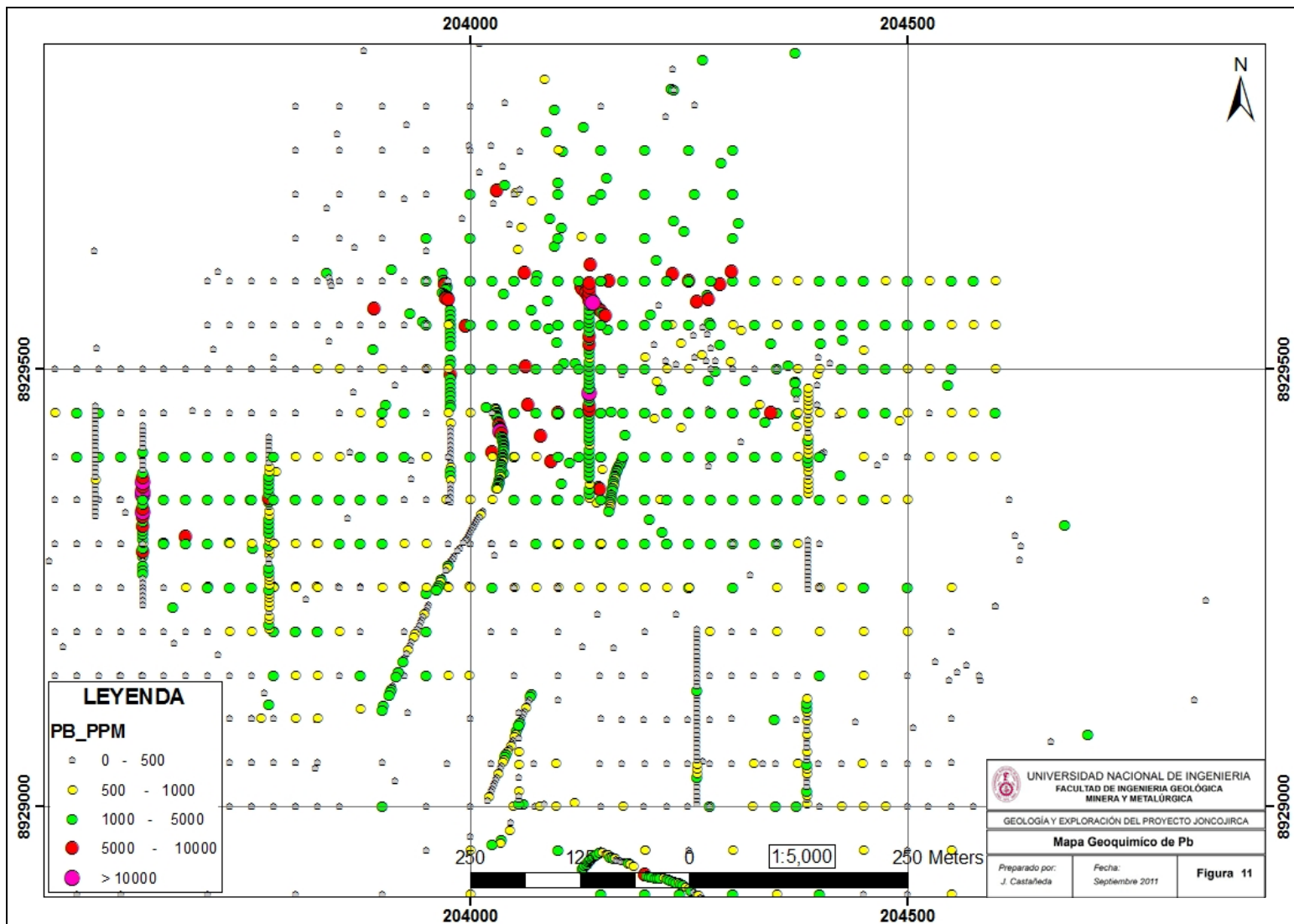


Figura 11. Mapa geoquímica de la distribución del Plomo.

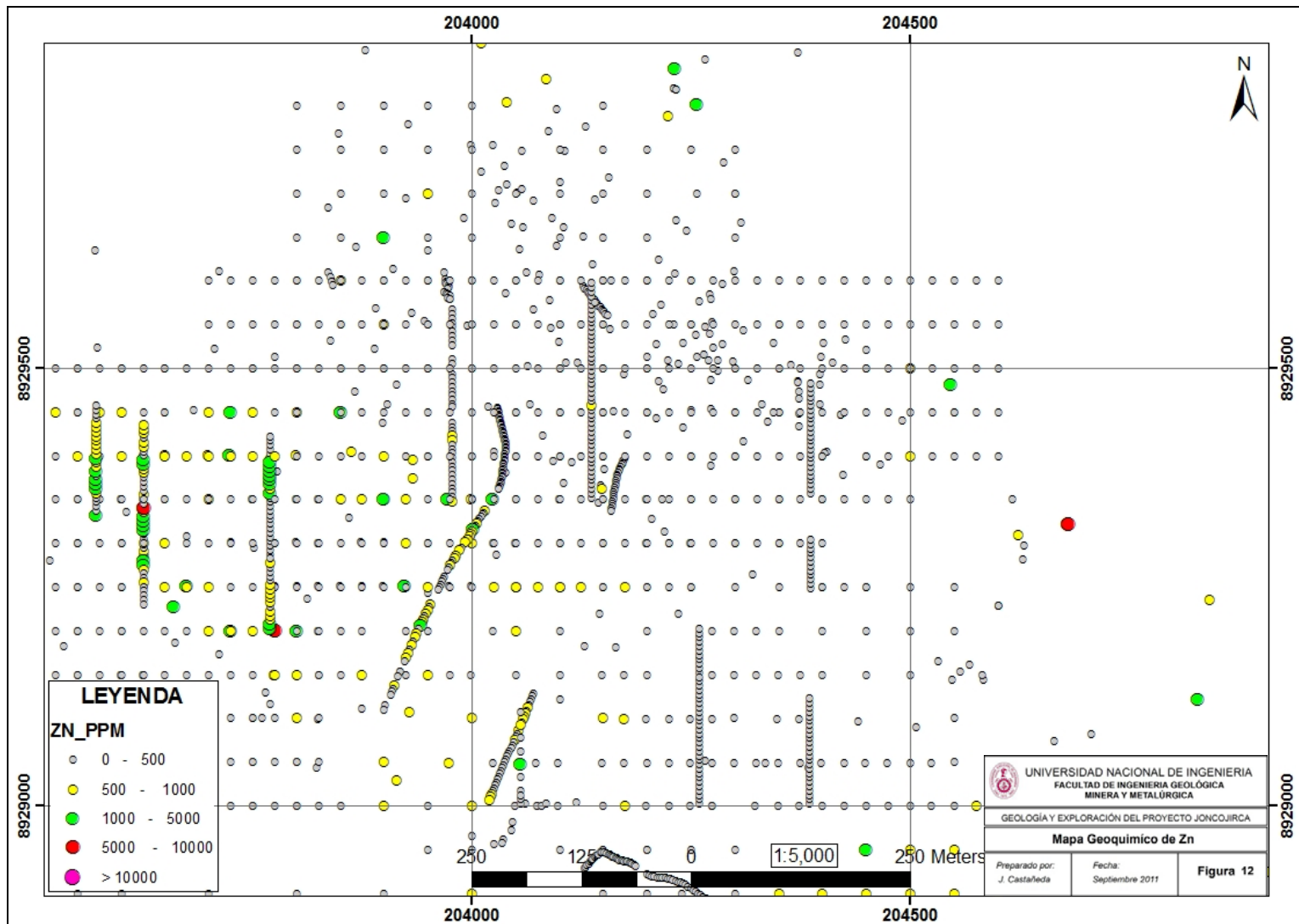


Figura 12. Mapa geoquímico de la distribución del Zinc.

5.3 Prospección Geofísica

En la primera etapa de exploración Britania llevo a cabo un levantamiento geofísico de polarización inducida el cual fue complementado posteriormente por Silex Perú incrementando la extensión del estudio magnetométrico.

El área cubierta fue de 2.2 km x 2.2 km abarcando la zona alterada y el intrusivo. Para la polarización inducida se uso la configuración polo-dipolo y líneas orientadas N-S con una separación de 50 metros entre si. Esta misma separación de líneas se uso para la toma de datos magnéticos.

La información obtenida y procesada de los datos de magnetometría muestra un patrón circular el cual está centrado en el intrusivo. Los mapas de gradiente magnética muestran áreas de destrucción de magnetita debido a la intensa alteración. Así mismo muestran bajos magnéticos extendiéndose hacia afuera, mas allá del intrusivo mapeado (en algunos lugares de 250 a 500 metros), lo cual sugiere una aureola de alteración en los tufos, o bien que gran parte de los tufos en esta área están sobre el intrusivo (lo cual se aprecia en la sección 3920 E). También se aprecian dos zonas de fuerte alteración orientadas E-O que están marcadas por intensos bajos magnéticos, mostrados en magenta (Figura 13). La ubicada más al norte se extiende desde la sección 3920 hacia el taladro JNDH2 por unos 300 metros más. Esta intensa anomalía es de aproximadamente 700 x 200 metros y se superpone al borde norte del intrusivo. La mineralización de plata y metales base ocurre en los tufos dentro de esta anomalía y se extiende hacia el oeste. No se ha perforado hacia el lado este de ella. La otra anomalía ubicada más al sur se

superpone al borde sur del intrusivo y tiene alrededor de 500 metros de largo por 100 metros de ancho. Esta anomalía ha sido perforada pero con pobres resultados.

En el estudio de IP se han identificado anomalías de cargabilidad que superan los 20 mV/V y están asociadas a anomalías de baja conductividad del orden inferior a 20 Ohm/m, las cuales están claramente vinculadas a la diseminación de sulfuros en las rocas alteradas. La Figura 14 muestra la Cargabilidad IP a 100 metros bajo superficie. El principal rasgo aquí es que la intrusión es en gran parte cargable y esta explicado por los abundantes sulfuros encontrados en los taladros, mayormente pirita. Esto coincide con las áreas de generalmente baja susceptibilidad magnética. De igual manera las áreas de baja susceptibilidad magnética marcadas en magenta en los lados norte y sur del intrusivo tienen respuestas de Cargabilidad IP.

La Figura 15 muestra la Resistividad IP. Como se indica, las áreas de alta resistividad tienen correspondencia con las de elevada susceptibilidad magnética. Esto ocurre en los márgenes de la intrusión, especialmente hacia el oeste, y es consistente con la presencia de rocas magnéticas no alteradas. También hay una correlación entre bajos resistivos, bajos magnéticos y alta cargabilidad, lo cual indica una amplia alteración. Dentro del área de intensa alteración hay cierto número de altos resistivos y se sugiere que estos altos pueden ser remanentes de roca fresca o zonas de fuerte silicificación. Una ocurre dentro del intrusivo y otra en los volcánicos.

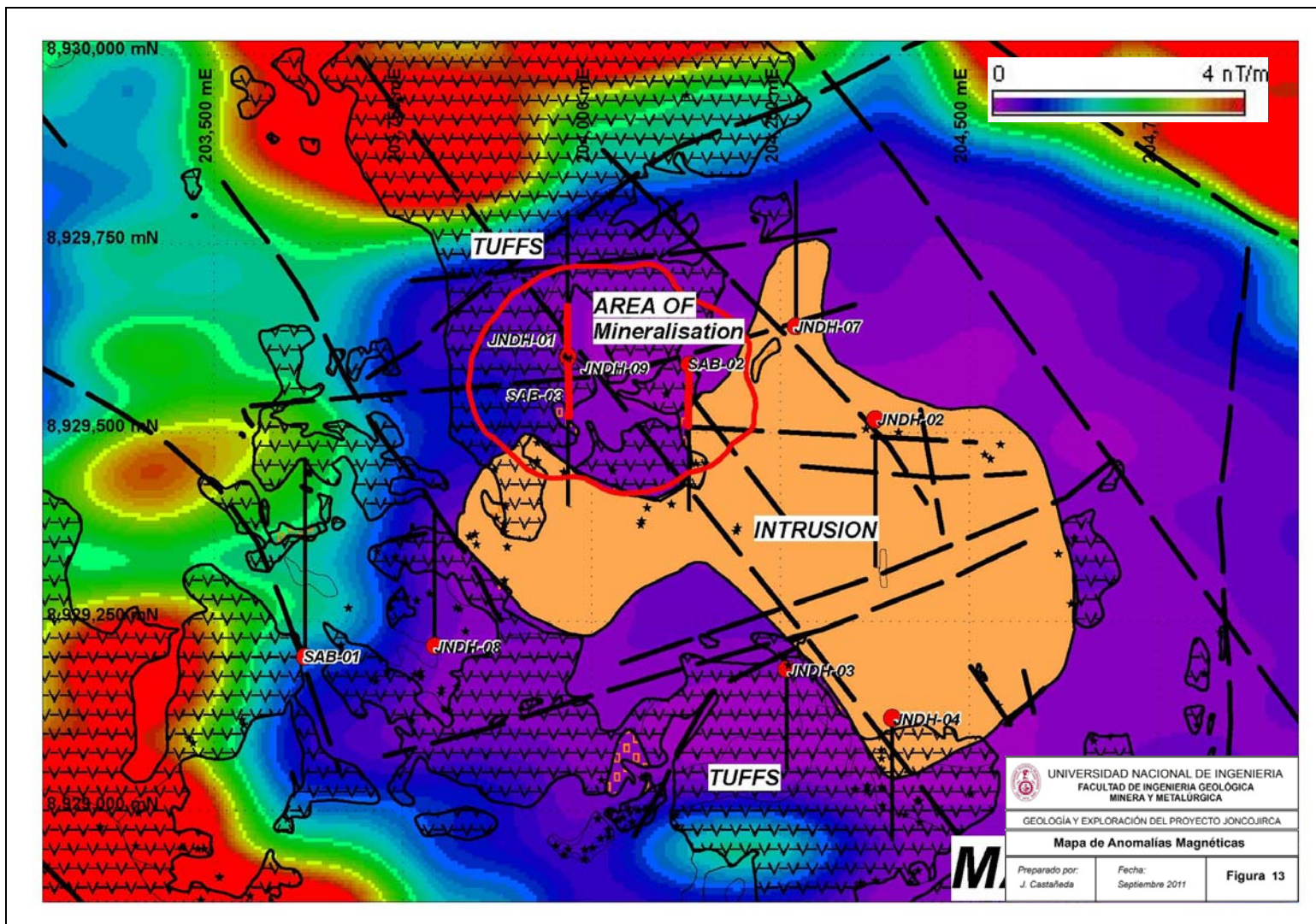


Figura 13. Mapa de Anomalías magnéticas

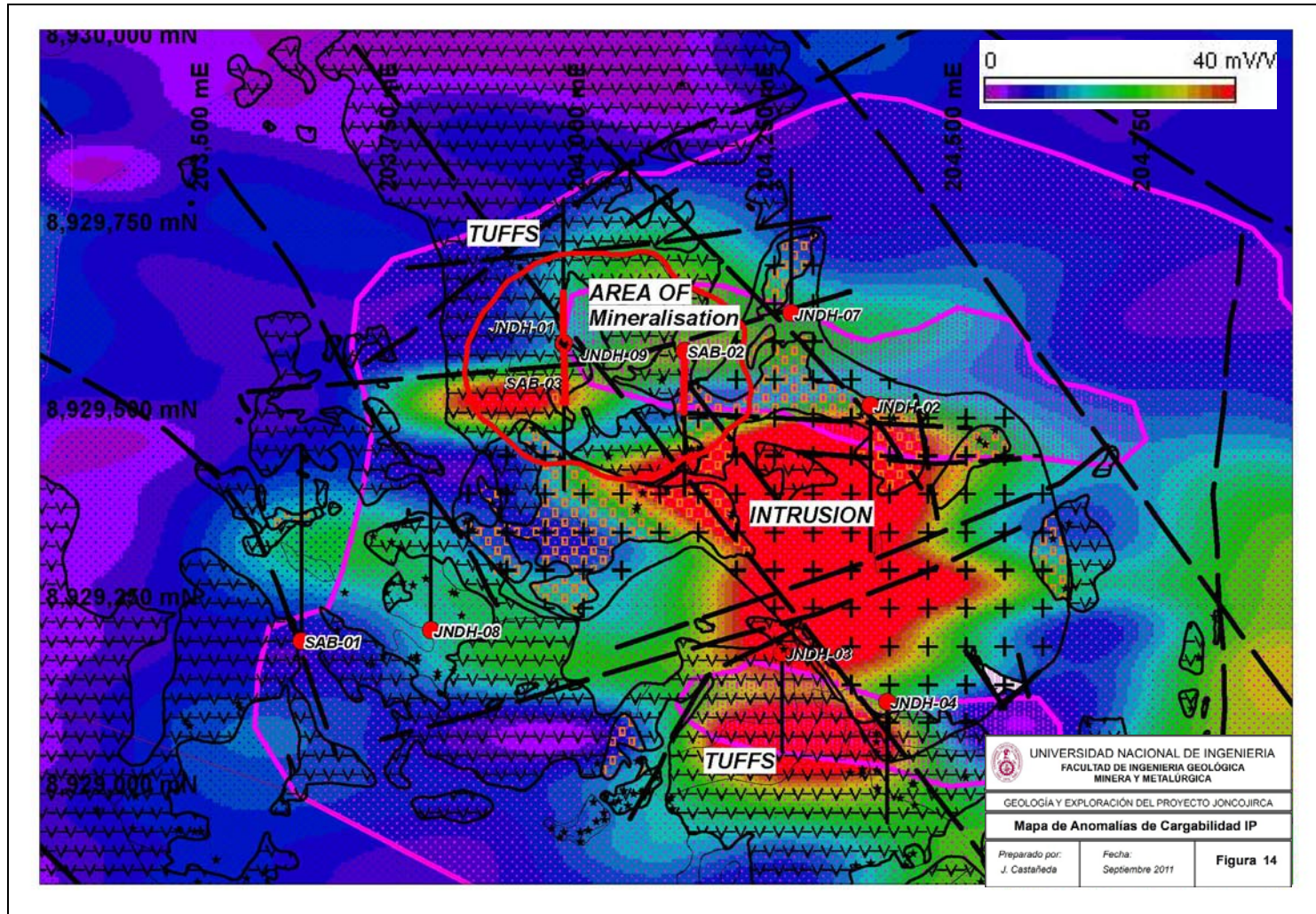


Figura 14. Mapa de Anomalías de Cargabilidad IP

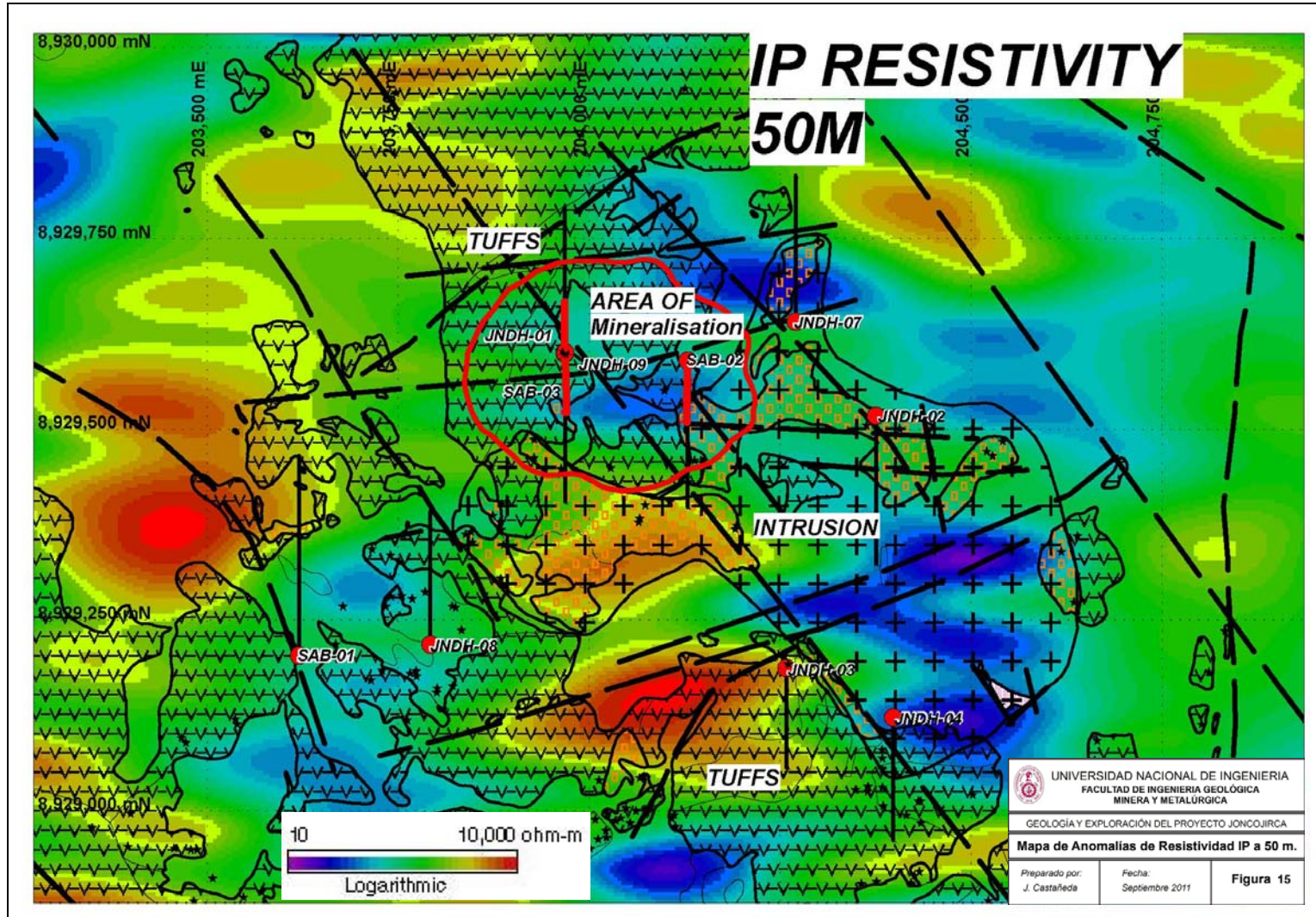


Figura 15. Mapa de Anomalías de Resistividad IP a 50 metros

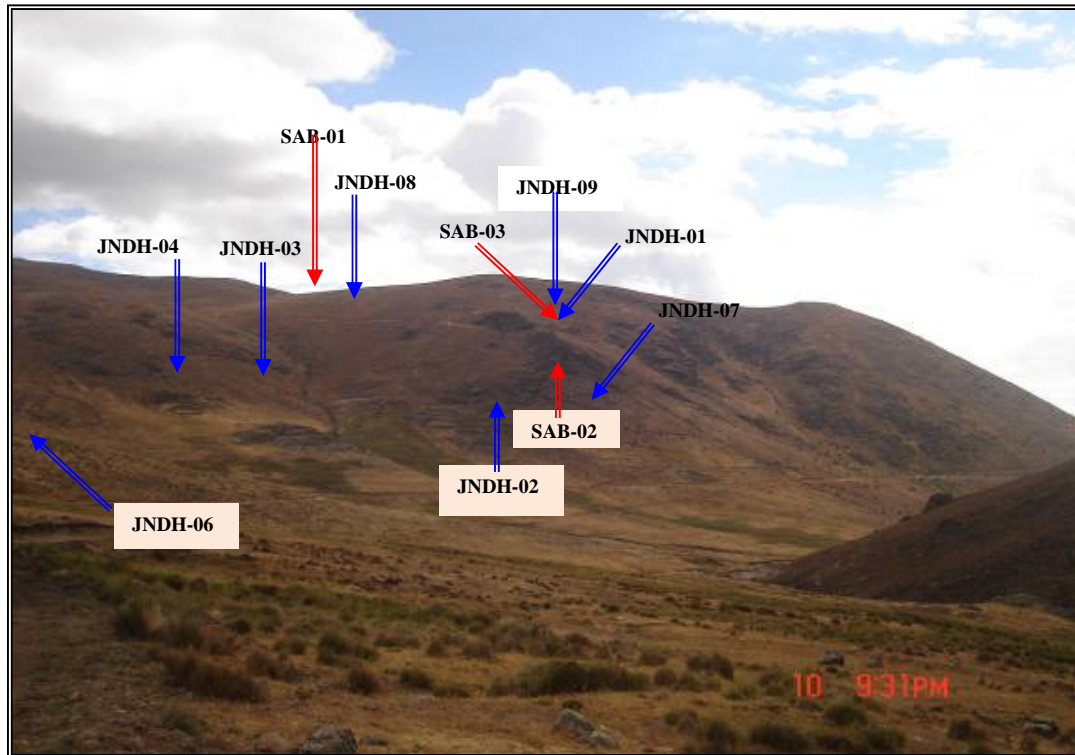


Foto 13. Ubicación de los taladros.

5.5 Resultados de la Perforación Diamantina

5.5.1 Geoquímica de los Taladros.

De todos los taladros perforados en el proyecto, solamente 4 albergan una significativa mineralización sobre espesores minables. Estos son el SAB02, SAB03, JDH01 y JDH09, ubicados en el borde Nor-Oeste del intrusivo.

Se ha planteado la relación Ag/Pb para toda la base de datos geoquímica de la perforación, mostrando los 4 taladros mineralizados que se mencionan más arriba en puntos rojos. El grafico (Figura 16), nos muestra en primer lugar que existe una buena relación entre la plata y el plomo y que los cuatro taladros elegidos tienen valores de plata significativamente más altos que el

resto de los taladros (ver la tendencia de los puntos rojos). Es así que el promedio de los taladros “mineralizados” es 17 g/t Ag, comparado con los 7 g/t Ag de los “no-mineralizados”. El gráfico en el cual se muestran sólo los taladros “mineralizados” (Figura 17), muestra correlaciones marcadas entre plata-plomo y plata-zinc.

Uno de los problemas con los taladros es la falta de información completa de análisis en los taladros SAB. Los dos taladros de Silex en la zona mineralizada principal tienen información completa. Ellos han dado las siguientes intersecciones: JHDH-01 109.3m con 30.6 g/t plata, 0.64% plomo y 0.57% zinc y en el JHDH-09 71.5m con 37 g/t plata, 0.76% plomo y 0.82% zinc. Estas intersecciones están localizadas en rocas volcánicas

Se ha observado mediante el ploteo de los valores metálicos en la sección principal de perforación (Figura 18), que hay una débil zonación geoquímica con respecto a la posición del intrusivo, con un halo de mineralización de plata y plomo. La mineralización está ubicada encima de la cúpula fracturada (“carapacho”), del intrusivo y en esta sección parece tener una morfología plana. Otros taladros como el JNDH02 y el JNDH04 intersectan el margen del intrusivo pero se interpreta un contacto casi vertical y está pobremente mineralizado. En la tabla 6 se indica las principales intersecciones de los taladros ejecutados.

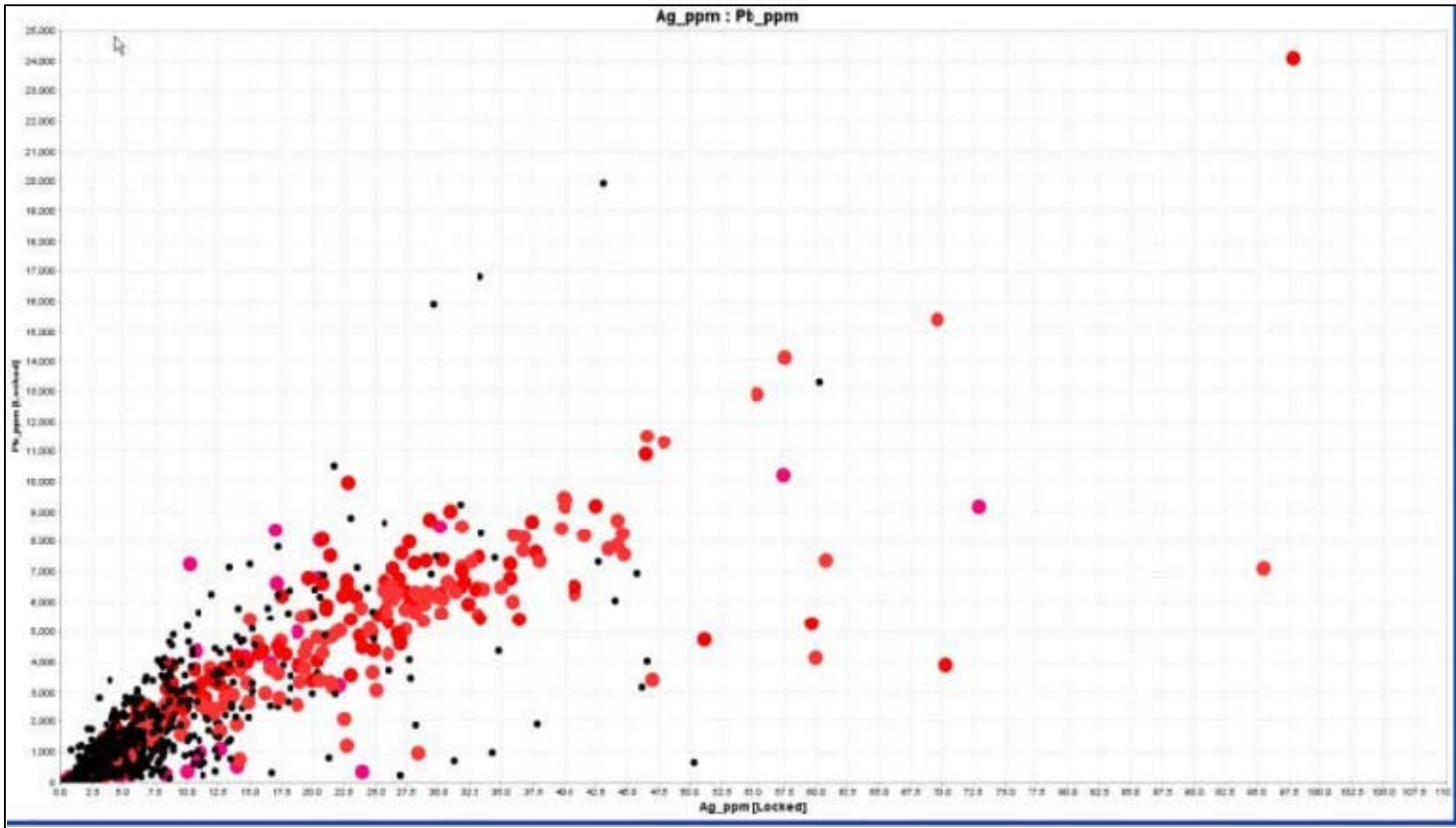


Fig. 16 Grafico de relación Ag/Pb – Muestras de Taladros

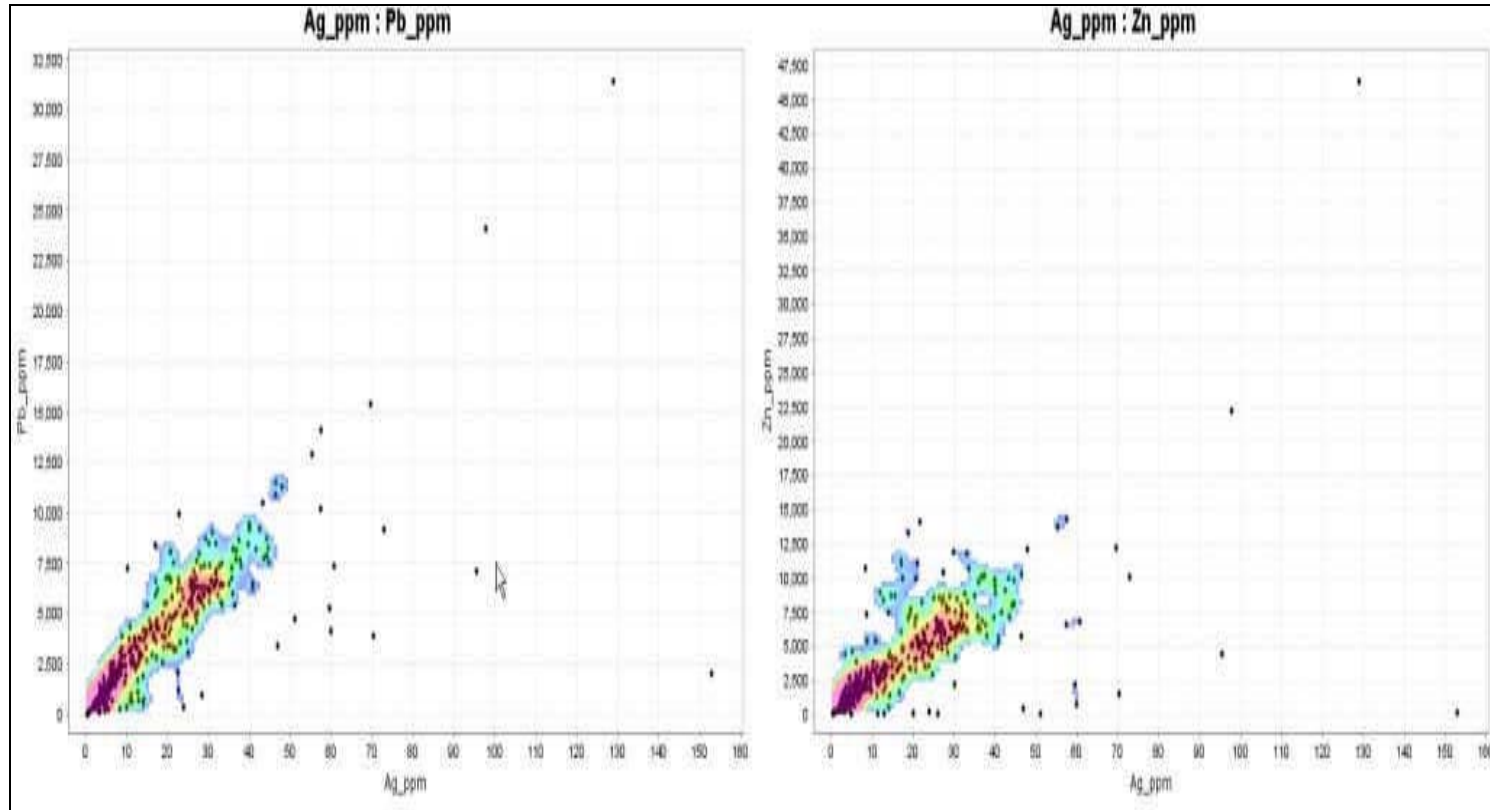


Fig. 17 Grafico de la relación Ag/Pb y Ag/Zn, mostrando zonación mineral.

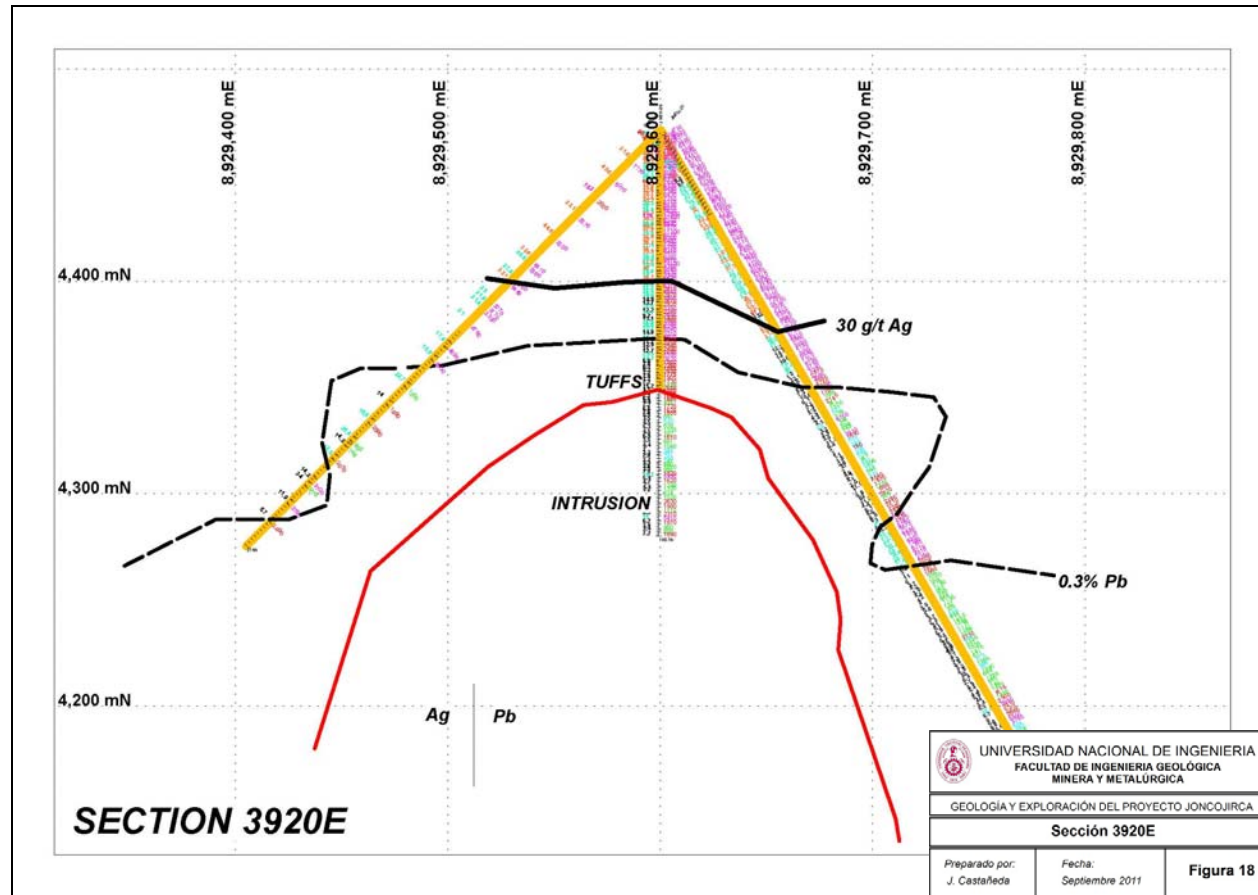


Fig. 18 Grafico que muestra débil zonación metálica en la sección principal.

Tabla 6. Principales intersecciones de los taladros ejecutados

Taladro N°	de (m)	a (m)	longitud (m)	Ag (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Au (ppb)
SAB01	Total		366,5	14	4776	2023	216
	95,50	96,50	1,00	500	40000	17600	2270
	179,50	187,00	7,50	20	30900	12300	620
	193,00	206,50	13,50	50	42210	2070	870
	296,50	311,50	15,00	54	26200	7400	710
SAB02	Total		270,00	11	5173	2649	103
	1,50	205,50	204,00	12	6347	3310	87
	222,00	232,50	10,50	9	5274	1687	81
SAB03	Total		270,00	26	5173	4035	92
	6,00	56,50	50,50	56	5040	6558	141
	56,50	143,50	87,00	26	9822	5513	81
	143,50	177,00	33,50	13	6813	2580	65
	177,00	185,00	8,00	27	9870	3065	173
	185,00	203,50	18,50	16	6284	2022	87
	203,50	221,50	18,00	18	3158	1358	80
JNDH01	Total		380,50	14	3113	3264	61
	1,20	9,30	8,10	50	982	4315	126
	9,30	21,30	12,00	28	5637	6340	94
	21,30	27,30	6,00	16	2712	4800	149
	27,30	83,30	56,00	28	5894	6363	69
	83,30	87,30	4,00	22	3725	3800	63
	87,30	113,30	26,00	36	7876	7908	92
	113,30	123,30	10,00	14	3928	3834	109
	123,30	129,30	6,00	23	5873	6277	142
	213,50	235,00	21,50	23	5649	5931	116
	235,00	310,00	75,00	5	1589	1146	25
	310,00	324,00	14,00	10	3110	3876	26
	Total		387,65	6	2392	1387	38
	JNDH02	91,30	142,00	50,70	5	3133	1688
151,00		168,00	17,00	7	4070	2078	21
185,50		200,50	15,00	8	6326	3243	19
200,50		220,00	19,50	4	2265	1616	11
220,00		290,20	70,20	6	4664	2469	33
JNDH03	Total		202,35	1	644	256	33
	179,00	192,00	13,00	4	2642	747	58
	194,00	202,35	8,35	3	1866	1018	26
JNDH04	Total		320,70	6	3654	892	71

	34,50	43,50	9,00	8	6006	1750	84
	46,50	82,50	36,00	7	5350	1631	102
	90,00	94,50	4,50	22	7793	802	168
	97,50	106,50	9,00	8	3490	761	63
	111,00	124,50	13,50	7	7891	1552	41
	127,50	187,50	60,00	4	5154	335	93
	198,30	200,00	1,70	2	4930	101	95
	212,00	218,00	6,00	7	10995	269	13
	246,00	252,00	6,00	5	4327	1215	23
	258,00	266,00	8,00	13	6393	2724	34
	296,00	302,00	6,00	22	12933	6140	56
	Total		141,25	9	4667	1419	27
JNDH06	2,60	20,00	17,40	19	10042	2723	53
	28,00	30,00	2,00	27,7	6190	4070	20
	96,00	104,00	8,00	19	12263	3154	37
	106,00	114,00	8,00	14	11253	2798	16
	124,00	134,00	10,00	13	10702	2326	80
	134,00	141,25	7,25	9	4571	1904	14
	Total		190,70				
JNDH09	0,50	107,50	107,00	31	6635	5652	74
	161,50	163,00	1,50	19	7380	5490	28
	Total		383,00				
JNDH07	17,50	28,00	10,50	12	1266	2907	19
	28,00	64,00	36,00	6,28	4179	1704	17
	64,00	71,50	7,50	18	4328	3224	36
	71,50	89,50	18,00	4	1762	972	15
	89,50	106,00	16,50	15	38	3944	43
	106,00	146,50	40,50	7	2672	2467	19
	146,00	166,00	20,00	15	10183	4744	91
	166,00	181,00	15,00	6	2135	1940	10
	181,00	182,50	1,50	21	82	6880	44
	338,00	340,00	2,00	24	7280	6460	709

5.5.2 Alteración-Mineralización en los taladros

Tanto los tufos como el intrusivo están afectados por una intensa alteración sericita-cuarzo-pirita, que prácticamente ha destruido las texturas originales (Fotos 4 y 5), y presencia de carbonatos en las zonas más profundas. La

sericita es de grano muy fino y a veces pulverulento, notándose al tacto también granos de cuarzo. La presencia de pirita es abundante y completa el típico ensamble de alteración sericítica.

La presencia de sulfuros (Fotos 14, 15, 16 y 17), es similar a la observada en superficie, con la salvedad de que la esfalerita presenta un incremento a partir de los primeros metros de perforación (probablemente por lixiviación secundaria). Los sulfuros presentes son esfalerita de color oscuro generalmente y galena, además de pirita. Se presentan como granos disseminados en la masa de roca y también en finas venillas acompañadas de cuarzo.

En los taladros más profundos se ha interceptado brechas hidrotermales con matriz de rodocrosita-calcita, así como venillas de calcita-rodocrosita con esfalerita y galena. Las figuras 19, 20 y 21 muestran la principal sección de perforación en la que se han planteado los taladros SAB-03, JNDH-01 y JNDH-09, con la alteración interpretada y la mineralización de Ag-Pb-Zn asociada.

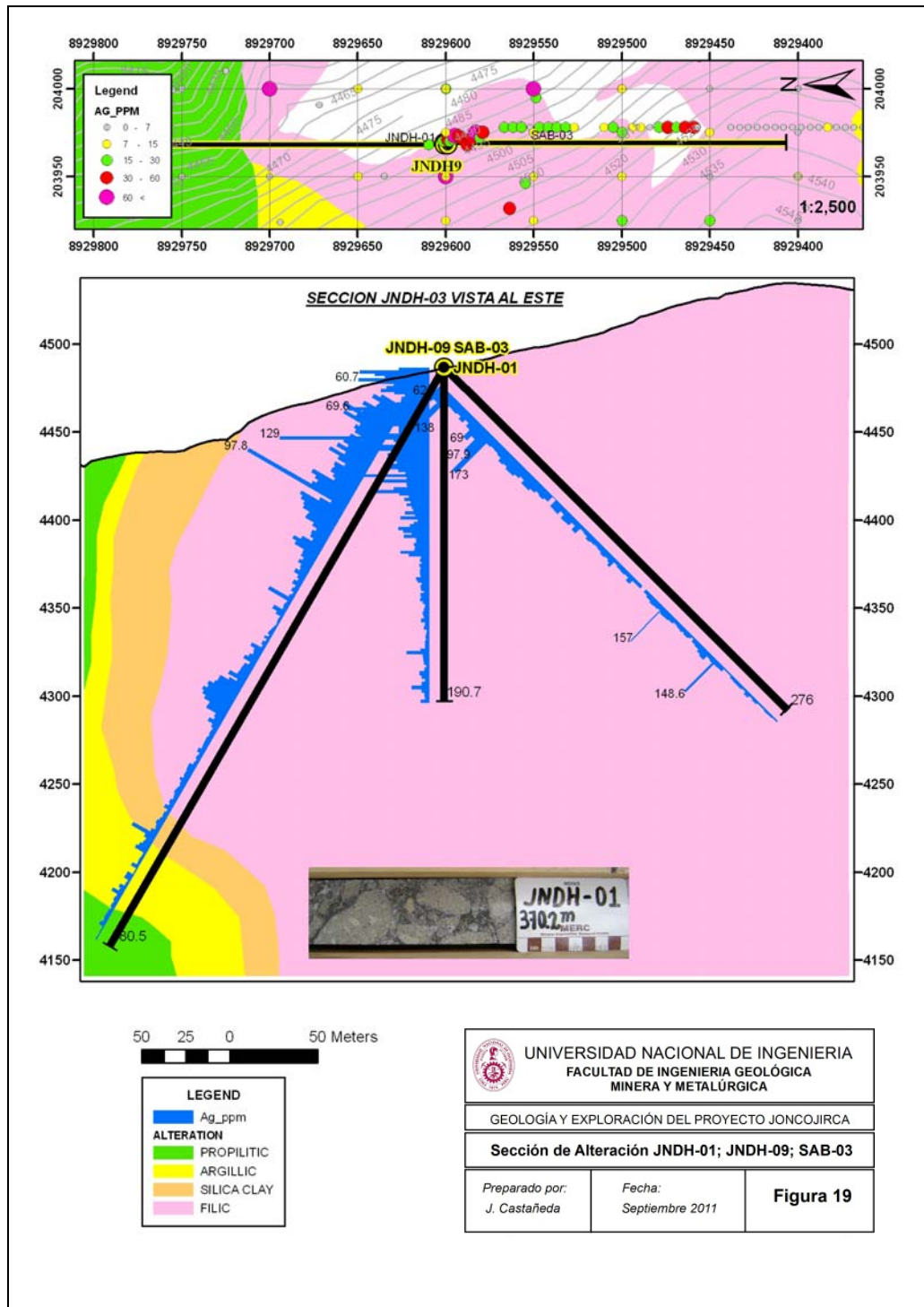


Fig. 19 Principal sección de perforación mostrando la mineralización de Ag y la alteración relacionada (Leyes en ppm Ag).

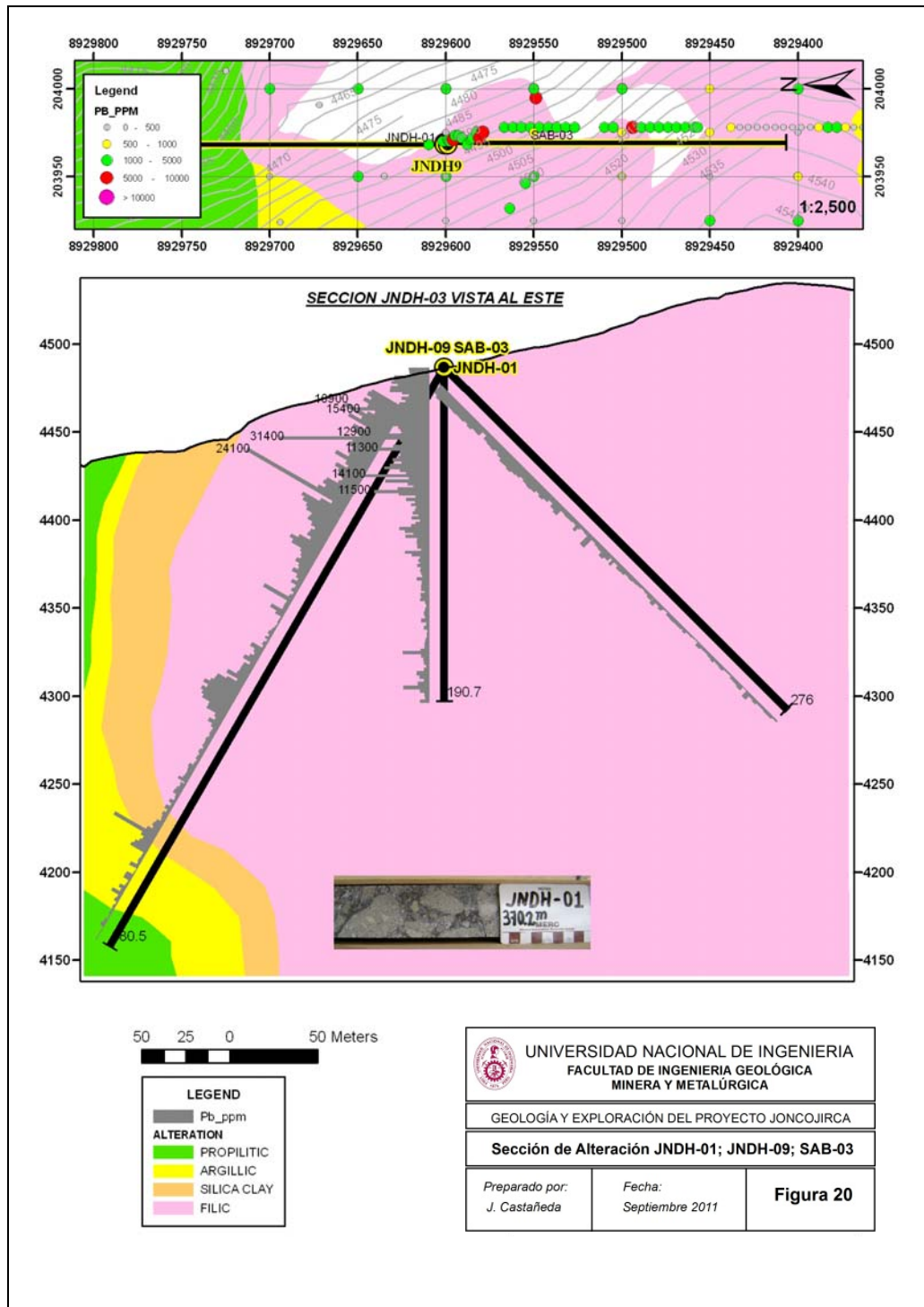


Fig. 20 Principal sección de perforación mostrando la mineralización de Pb y la alteración relacionada (Leyes en ppm Pb).

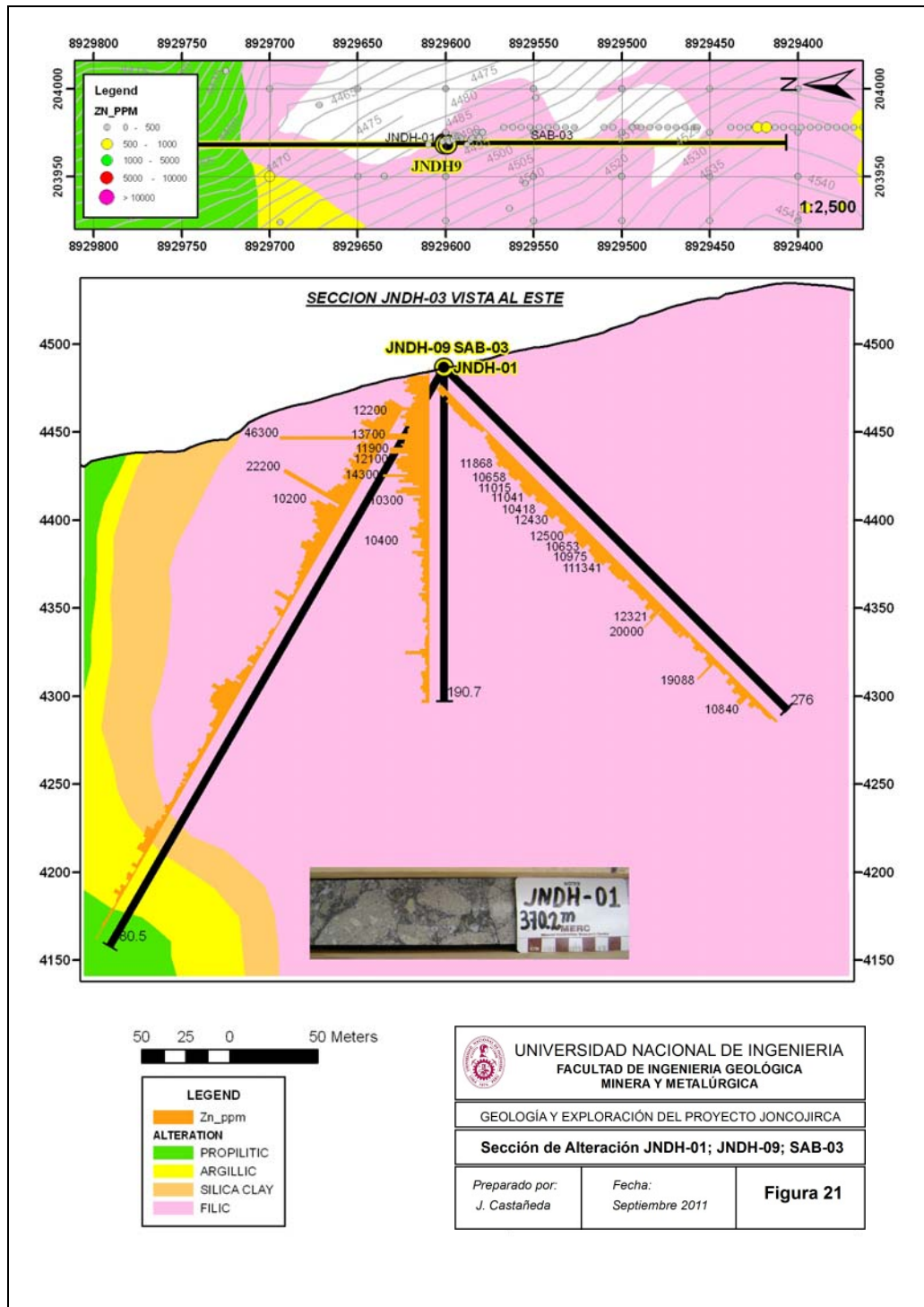


Fig. 21 Principal sección de perforación mostrando la mineralización de Zn y la alteración relacionada (Leyes en ppm Zn).



Foto 14. Tufos. Feldespatos y matriz alterados a sericita y arcillas. Diseminación de pirita.



Foto 15. Pórfido Dacítico. Feldespatos alterados a sericita y carbonato. Diseminación de pirita.



Foto 16. Intrusivo dacítico de textura porfirítica mostrando intensa alteración sericita-pirita.



Foto 17. Pórfido dacítico con alteración sericita-pirita y esfalerita diseminada (sulfuro oscuro).

CAPITULO VI.- ESTIMACION DEL POTENCIAL

Con la información recopilada de los trabajos de exploración superficial y de los taladros perforados se hizo un ensayo de estimación de recursos para Joncojirca utilizando la metodología básica de secciones, para tal propósito.

En primer lugar se delimitó el área superficial alterada y mineralizada encerrándola en un polígono que abarcara las anomalías geoquímicas de Ag, Pb, Au y Zn. A continuación se construyeron secciones de mineralización con la información geoquímica de las trincheras y de los taladros proyectando las zonas con leyes y luego se paso a modelar un sólido para el depósito mediante el software Minesigh (Figuras 22 a 27).

El resultado fue un volumen de aproximadamente 4'768,000 metros cúbicos y considerando un peso específico de aproximadamente 2.4 para el tipo de roca de Joncojirca, obtuvimos un tonelaje estimado de 11'443,200 Toneladas Métricas con una ley de 2.4 Oz/Ag equivalente a precios actuales, es decir 27.5 millones de onzas equivalentes de plata.

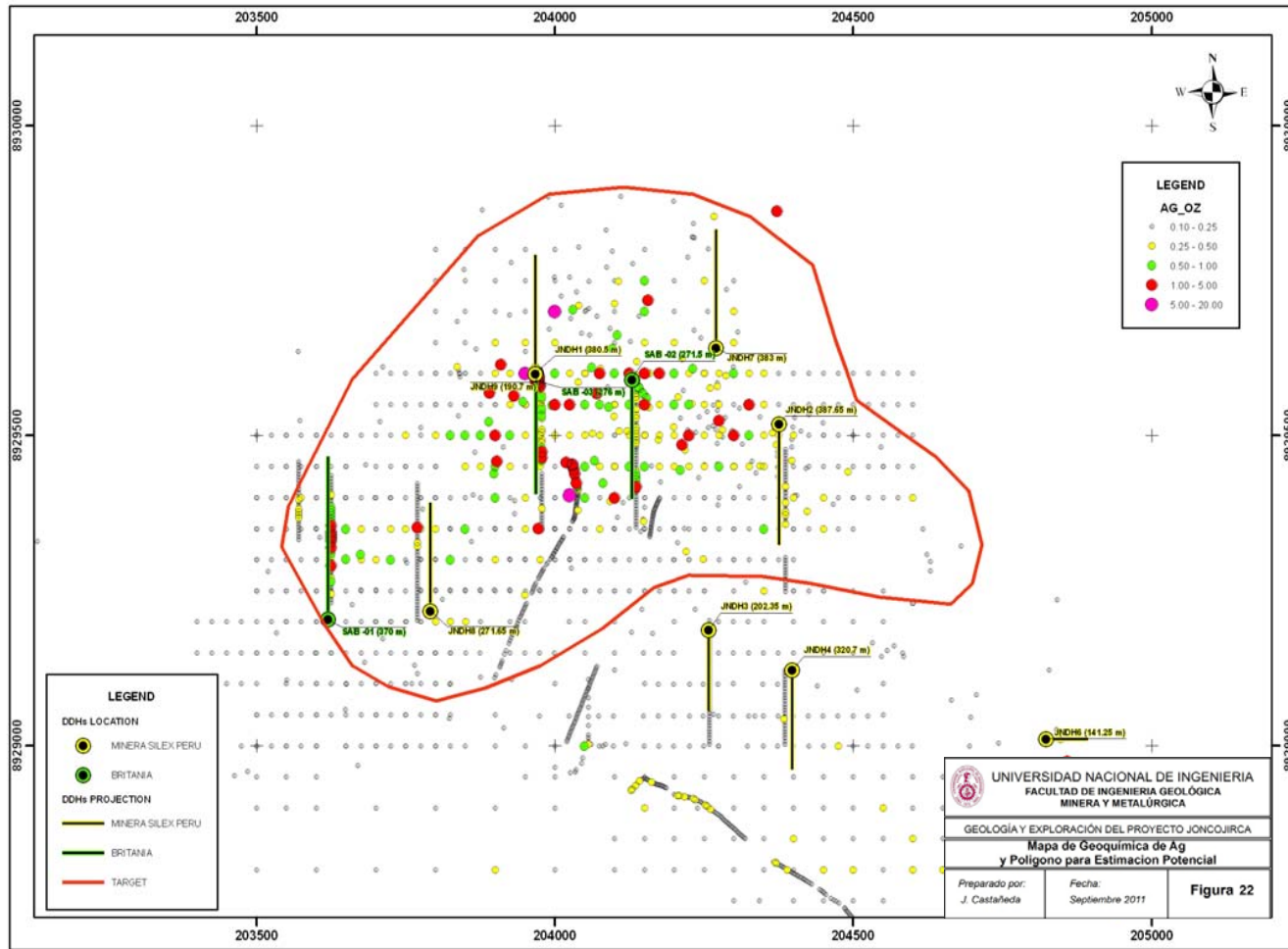


Figura 22 Geoquímica de Plata y polígono para estimación de potencial

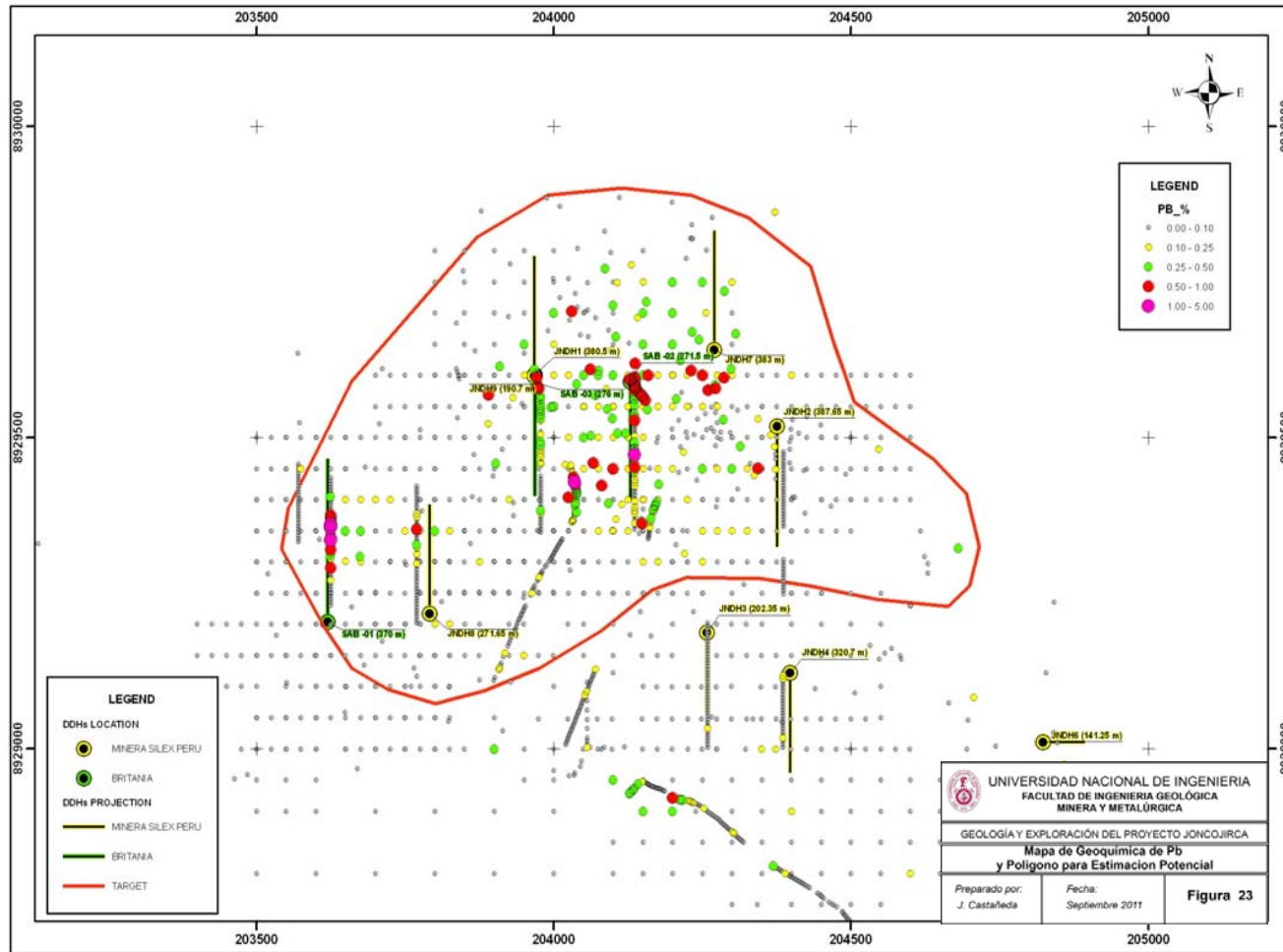


Figura 23. Geoquímica de Plomo y polígono para estimación de potencial

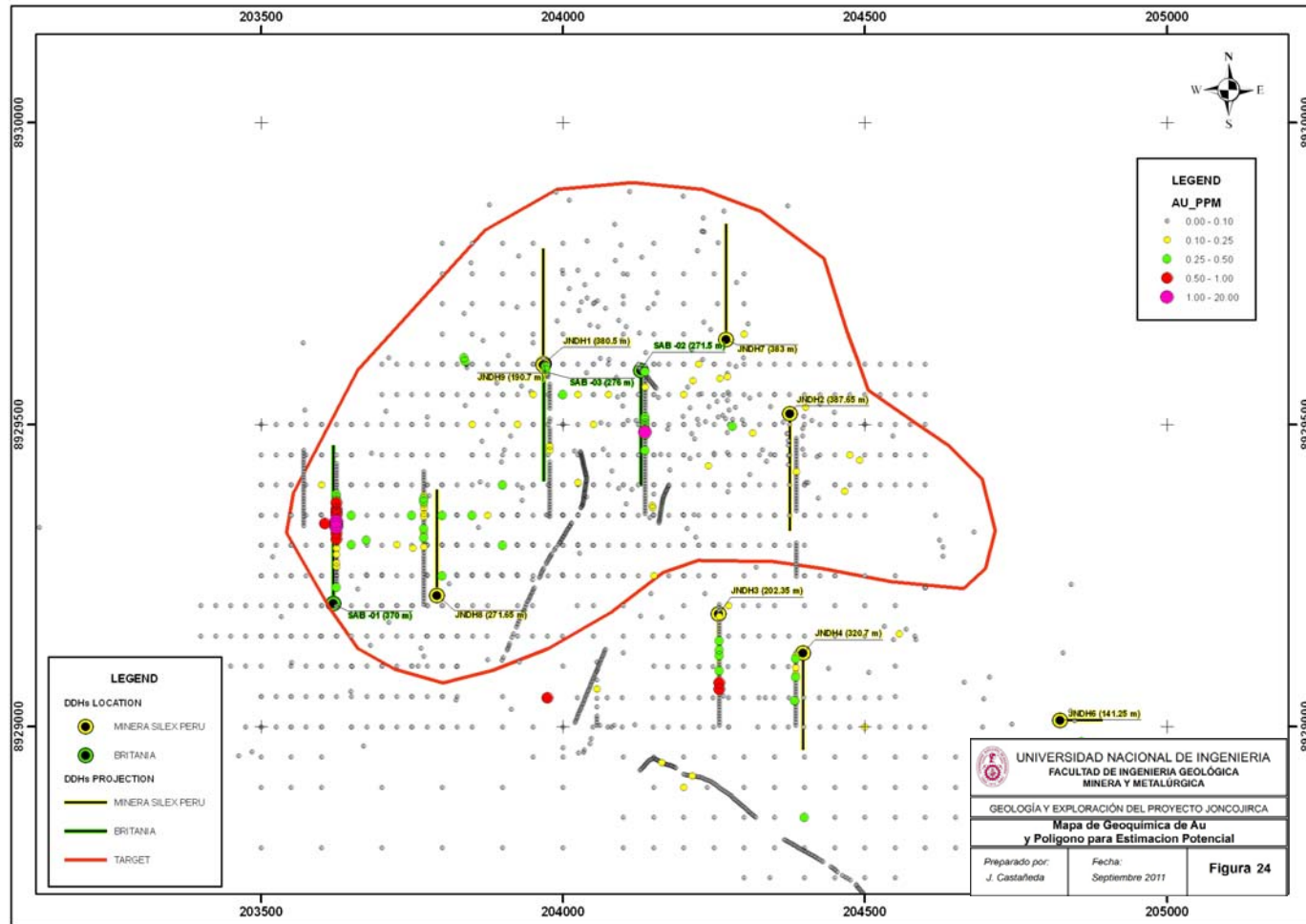


Figura 24. Geoquímica de Oro y polígono para estimación de potencial

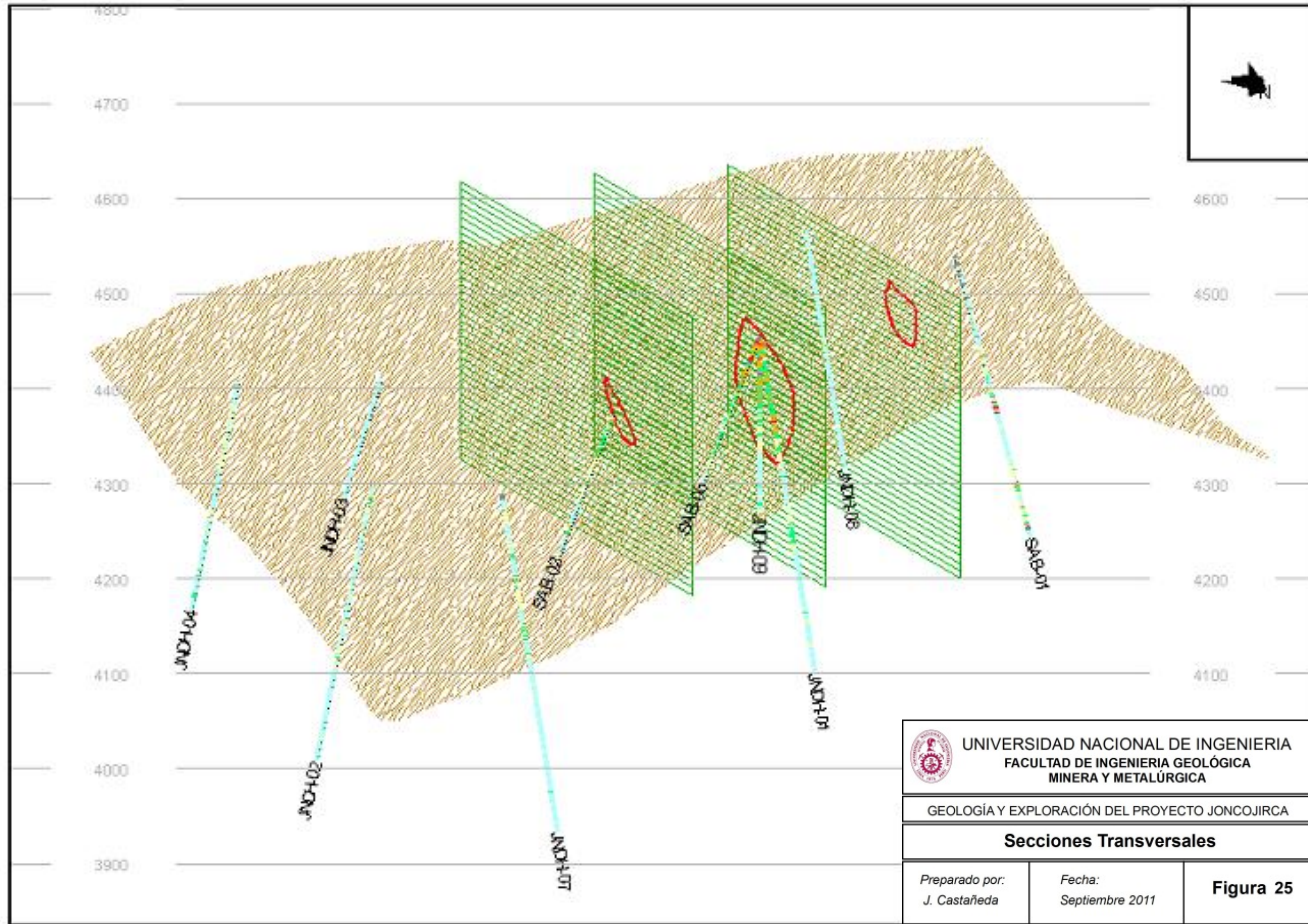


Figura 25. Secciones transversales y polígonos verticales del sólido.

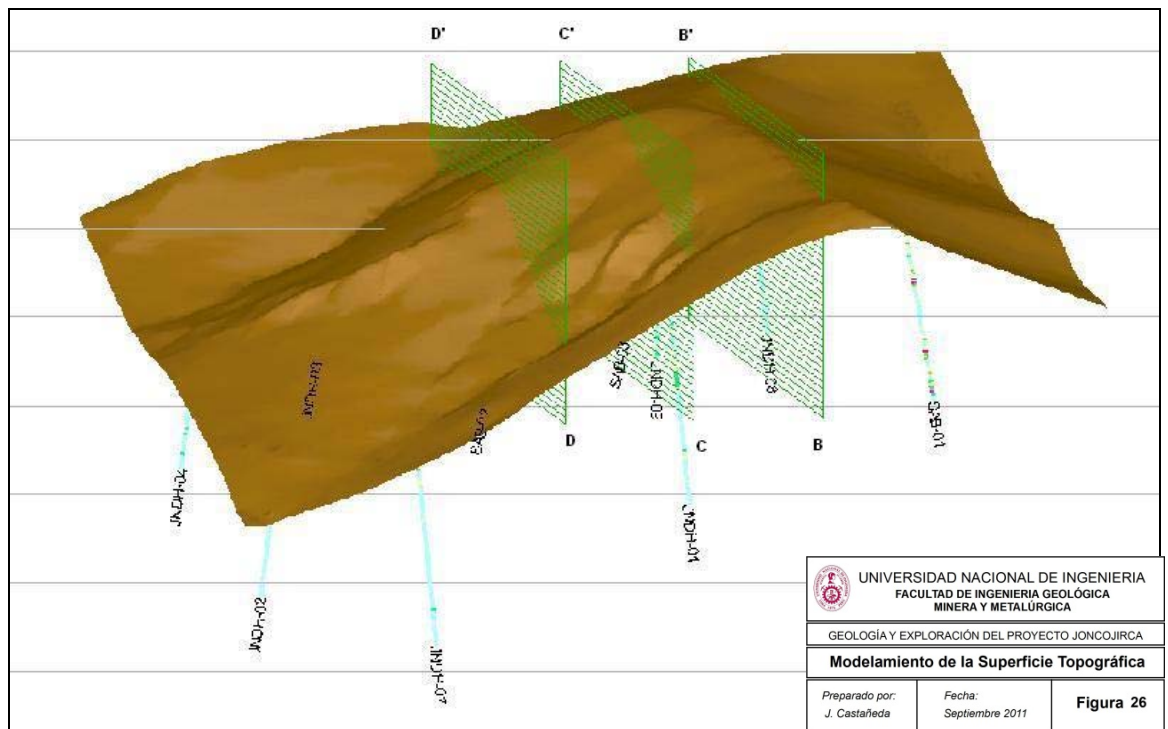


Figura 26. Modelamiento de la superficie topográfica.

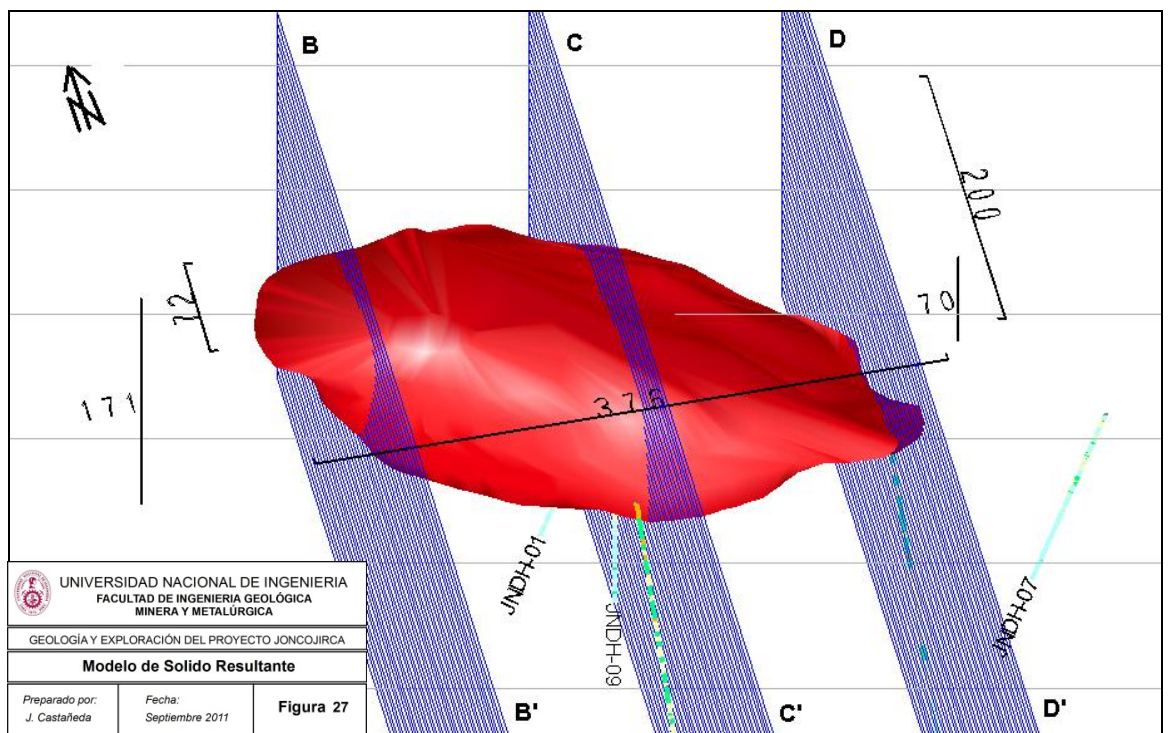


Figura 27. Modelo de sólido resultante rotado 180 grados

CAPITULO VII.- CONCLUSIONES

- ▲ La litología en Joncojirca esta representada por una secuencia volcanoclástica predominante, intruída por un pórfido dacítico.
- ▲ La alteración ha sido intensa en la mayor parte del área mineralizada y es principalmente cuarzo-sericita-pirita que afecta tanto a los volcánicos como al intrusivo.
- ▲ De los estudios petromineralogicos y de las observaciones de campo se deduce la siguiente paragénesis mineral: cuarzo I - pirita- carbonato I -sericita- esfalerita- galena- Carbonato II- cuarzo II, marcando un proceso tardío de probable removilización de sulfuros.
- ▲ La dispersión geoquímica en superficie marca anomalías bastante consistentes de plomo-plata, que los estudios geofísicos han corroborado con anomalías de magnetometría, cargabilidad y resistividad.
- ▲ El potencial estimado en base a las secciones de perforación y la geoquímica de superficie es de 11.44 MMTM.
- ▲ Se ha estimado una ley media entre 30 y 40 gr/T de plata y de 1 a 1,5% de plomo+zinc, según las leyes obtenidas de los taladros, lo que resulta en una ley equivalente de 2.0 Oz Ag a precios actuales.

RECOMENDACIONES

- ✦ La perforación llevada a cabo es insuficiente para descartar el proyecto por lo cual sería recomendable hacer una campaña complementaria, enfocada en los bordes del cuerpo intrusivo y las brechas hidrotermales.
- ✦ Hacer una evaluación económica del recurso con los precios actuales de los metales, con la finalidad de conocer su factibilidad, en un escenario presente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Castañeda, J. et al (2008) Reporte Final de la Exploración del Proyecto Joncojirca. Memorándum internos Silex Perú.

Cobbing, J. et al (1996). Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca. Ingemmet Bol N° 76 Serie A. Carta Geológica del Perú.

Collins, S. (2009). Interpretation of Geophysical data, Joncojirca project. Memorandum interno Minera Silex Peru.

Felder, F (2002). Sabrina Project, Cordillera Negra. Memorándum interno, Servicios Mineros Felder.

González, J. et al (1996). Informe Geológico Joncojirca Shukyulloc. Memorándum interno, Minera Britania

Megard, F. (1979). Estudio Geológico de los Andes del Perú Central. Ingemmet Bol N°8 Serie D.

Torrey, Ch. (2009). Joncojirca Project. Memorándum interno Minera Silex Perú.



Cooperación fructífera: empuje, tracción y dirección.