

**CARACTERIZACIÓN DEL ESTILO ESTRUCTURAL, GEOMETRÍA Y
CINEMÁTICA DE UN ÁREA UBICADA EN LA CUENCA TITICACA, PERÚ**

MÓNICA MORALES MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
MAESTRÍA EN GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2016

**CARACTERIZACIÓN DEL ESTILO ESTRUCTURAL, GEOMETRÍA Y
CINEMÁTICA DE UN ÁREA UBICADA EN LA CUENCA TITICACA, PERÚ**

MÓNICA MORALES MARTÍNEZ

Trabajo de grado para optar al título de Master en Geología

Director

IVAN CAMILO HIGUERA DIAZ

PhD. Geología

Codirector

EDGAR CHAJID KAIRUZ

Geólogo

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
MAESTRÍA EN GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

A mi familia porque es el motor que ha guiado e impulsado cada paso de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al culminar este importante logro en mi vida, quiero dar las gracias a Dios por poner en mi camino las personas, los medios y la sabiduría para poder seguir adelante a pesar de los contratiempos y retos que nos pone la vida. En especial quiero dar las gracias a mi director de tesis, el Doctor Iván Camilo Higuera Díaz, quien con su paciencia y apoyo incondicional ha logrado guiarme y transmitirme todo los conocimientos necesarios para dar culminación a este proyecto; a mi Codirector el geólogo Edgar Chajid Kairuz Hernandez por creer en mí dándome la oportunidad de participar en este retante e interesante tema de investigación y gracias a sus invaluable consejos logró darme la motivación para culminarlo.

A mis padres por todo su apoyo a través de este proceso, a mis hijos por ser la luz que ilumina cada día de mi vida y a quienes dedico cada logro en mi camino, a mi esposo por estar a mi lado en los momentos más difíciles en la culminación de esta ardua etapa.

También quiero dar especiales gracias a la empresa Trayectoria Oil&Gas por darme su apoyo logístico y por facilitarme toda la información y los recursos financieros para la realización de este proyecto y a la Universidad Industrial de Santander por permitirme iniciar y culminar esta meta mediante su aporte académico.

Finalmente agradezco a todas las personas y profesionales que de una u otra forma aportaron sus ideas, apoyo y conocimientos en este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	21
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.4 OBJETIVOS	22
1.4.1 Objetivo General	22
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA CUENCA TITICACA	23
2.1 ESTRATIGRAFIA	25
2.1.1 Precámbrico y Paleozoico	25
2.1.2 Mesozoico	27
2.1.3 Cenozoico	27

2.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	30
2.2.1 Modelos estructurales	30
2.2.2 Elementos estructurales mayores	32
3. DATOS Y MÉTODOS	34
3.1 DATOS	34
3.1.1 Mapas geológicos y datos tomados en campo	34
3.1.2 Imágenes satelitales	34
3.1.3 Aeromagnetometría y Aerogravimetría	36
3.1.4 Información sísmica 2D	38
3.1.5 Registro de Pozo y núcleos	39
3.2. METODOLOGÍA	46
3.2.1 Recopilación, Análisis e Integración de la información disponible	46
3.2.2 Descripción, recolección y análisis de datos en campo	46
3.2.3 Construcción de correlaciones estratigráficas regionales.	49
3.2.4 Obtención y Control del modelo en profundidad	49

3.2.5 Construcción y Balanceo de las secciones estructurales	51
4. RESULTADOS	56
4.1 MAPA GEOLOGICO FINAL	56
4.2 SUBCUENCAS Y VARIACIONES EN LA ESTRATIGAFIA REGIONAL	56
4.2.1 Subcuencas	56
4.2.2 Geometría de cuñas estratigráficas	59
4.3 ESTILOS ESTRUCTURALES	67
4.3.1 Modelo Estructural Regional	67
4.3.2 Estilos estructurales Subcuenca Putina	69
4.3.3 Estilos estructurales Subcuenca Altiplano	69
4.3.4. Estilos estructurales Subcuenca Yura	72
4.4 CINEMATICA	74
4.4.1 Cinemática subcuenca Putina	74
4.4.2 Cinemática Subcuenca del Altiplano	77
4.4.3 Cinemática Subcuenca Yura	78

4.4.4 Continuidad de los estilos estructurales en la subcuenca Putina	80
4.4.5 Continuidad de los estilos estructurales en la subcuenca Altiplano	83
4.4.6 Continuidad de los estilos estructurales en la subcuenca Yura	85
5. DISCUSIÓN	88
6. CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFIA	92
ANEXOS	97

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de localización área de estudio. La cuenca Titicaca se encuentra resaltada en color morado y el área de estudio se encuentra resaltada en color verde.	20
Figura 2. Contexto Geológico Generalizado de la cuenca Titicaca A. Mapa de localización de la sección esquemática en la Cuenca Titicaca B. Sección esquemática del área de estudio, sombreada con color morado se encuentra enmarcada el área de estudio.	24
Figura 3. Columna Estratigráfica Generalizada de la Cuenca Titicaca	26
Figura 4. Fotografías de los afloramientos Paleozoico, Jurásico y Cretácico. A. Sucesión de shales en la Formación Chagrapí (Paleozoico), B. Capas tabulares de limolitas, Formación Sipín (Jurásico), C. Areniscas fracturadas, Formación Huancané, D. Sucesiones de calizas fracturadas en la Formación Ayabacas.	28
Figura 5. Fotografías de los afloramientos Terciarios y eventos magmáticos A. Estratificación cruzada en la Formación Muñani, B. Estratos de areniscas conglomeráticas, Formación Puno, C. Columnas basálticas, Formación Umayo.	29
Figura 6. Principales eventos tectónicos ocurridos en la Cuenca Titicaca.	31
Figura 7. Modelos estructurales del área de estudio. A. Localización de los dos modelos (A-A' y B-B'), B. Modelo estructural A-A', C. Modelo estructural B-B'.	32
Figura 8. Principales elementos estructurales (Las fallas se muestran en color rojo y los pliegues en color negro). Se encuentran superpuestos al Modelo Digital de Elevación de 30 metros. SPH (Sistema de Plegamientos de Huancané), SFH (Sistema de Fallamientos de Huancané).	33

Figura 9. Ejemplo de Imagen Satelital del Sinclinal de Vilquechico con el mapa geológico	35
Figura 10. Aeromagnetometría sobre el altiplano central A. Mapa de Intensidad Magnética reducida al Ecuador (nT) B. Mapa en profundidad del basamento en metros por debajo del nivel del mar.	37
Figura 11. Mapa estructural al tope del Paleozoico generado por inversión gravimétrica.	38
Figura 12. Líneas sísmicas y pozos perforados en el área. En color morado se pueden visualizar los programas sísmicos existentes en el área y en círculos de color negro los pozos perforados en el área.	40
Figura 13. Ejemplo de línea sísmica tomada del programa sísmico pta93-7a.	41
Figura 14. Núcleos extraídos del pozo Coata-1X.	44
Figura 15. A. Mapa de localización del pozo RH-10 ubicado en el campo Pirin, B. Vista del pozo RH-10 en campo, C. Registro en papel tomado del Pozo RH-10.	45
Figura 16. Diagrama de flujo de la metodología llevada a cabo para generar el modelo estructural.	47
Figura 17. Estaciones de campo realizadas en el área de estudio. En color rojo se pueden visualizar las 137 estaciones realizadas a través del área de estudio.	48
Figura 18. Perfiles (Basamento, Tope de Paleozoico y Tope de Cretácico). Tomados de Carson, (2009).	50
Figura 19. Mapa de localización de las secciones estructurales construidas en este estudio.	52
Figura 20. Mecanismos de deformación utilizados.	55
Figura 21. Mapa geológico generalizado donde se muestran las unidades geológicas presentes en el área de estudio.	57
Figura 22. Subcuencas presentes en el área de estudio.	58
Figura 23. Variaciones en la cuña Paleozoica. A. Localización de la sección estratigráfica. B. Cuña Paleozoica construida. Sc (Subcuenca)	61

Figura 24. Variaciones en la cuña Jurásica. A. Localización de la sección estratigráfica. B. Cuña Jurásica construida. Sc (Subcuenca).	63
Figura 25. Variaciones en la cuña Mesozoica. A. Localización de la sección estratigráfica. B. Cuña Paleozoica construida. Sc (Subcuenca).	65
Figura 26. Variación estratigráfica regional (Síntesis de las cuñas estratigráficas presentes en el área de estudio).	66
Figura 27. Sección estructural Balanceada B-B' construida a través del área de estudio. Para ver su ubicación remitirse a la Figura 19.	68
Figura 28. Estilos estructurales Subcuenca Putina. A. Sección estructural Regional B. Estilos estructurales presentes en la Subcuenca Putina.	70
Figura 29. Estilos estructurales Subcuenca Altiplano. A. Sección estructural Regional B. Estilos estructurales presentes en la Subcuenca Altiplano.	71
Figura 30. Estilos estructurales Subcuenca Yura. A. Sección estructural Regional B. Estilos estructurales presentes en la Subcuenca Yura.	73
Figura 31. Restauración Subcuenca Putina. A. Estado presente de la deformación, B. Sistema de fallamientos de Huancané con el desplazamiento removido. C. Restauración final Datum: Cretácico Superior.	76
Figura 32. Restauración Subcuenca Altiplano. A. Estado presente de la deformación, B. Sistema de fallamientos de Coata y Falla de Ayabacas y Pirín con el desplazamiento removido. C. Restauración final Datum: Cretácico Superior.	78
Figura 33. Restauración Subcuenca Yura. A. Estado presente de la deformación B. Restauración final al tope del Cretácico Superior.	80
Figura 34. Continuidad de los estilos estructurales Subcuenca Putina. A. localización de las transectas construidas a través de la subcuenca Putina B. Variación secuencial de los estilos estructurales presentes en la Subcuenca Putina a través de las secciones A-A', B-B', C-C'. SP (Sistema de Plegamientos) SF (Sistema de Fallamientos).	82
Figura 35. Variación secuencial estilos estructurales Subcuenca Altiplano. A. Localización de las transectas construidas a través de la subcuenca Putina	

B. Variación secuencial de los estilos estructurales presentes en la Subcuenca Altiplano a través de las secciones A-A', B-B', C-C'.	84
Figura 36. Variación secuencial estilos estructurales Subcuenca Yura. A. Localización de las transectas construidas a través de la subcuenca Putina	
B. Variación secuencial de los estilos estructurales presentes en la Subcuenca Yura a través de las secciones A-A', B-B', C-C'.	86
Figura 37. Acortamientos medidos para cada Subcuenca	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen de pozos perforados en el área	42
Tabla 2. Espesores utilizados en la construcción del modelo de cuñas sedimentarias	60

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Datos estructurales	97
Anexo B. Secciones estructurales A-A', B-B', C-C'	145
Anexo C. Restauración final	146

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTILOS ESTRUCTURALES, GEOMETRÍA Y CINEMÁTICA DE UN ÁREA UBICADA EN LA CUENCA TITICACA*.

AUTOR: MÓNICA MORALES MARTÍNEZ**

PALABRAS CLAVES: CUENCA TITICACA, CAMPO PIRIN, ALTIPLANO PERUANO, SECCIÓN BALANCEADA.

DESCRIPCION:

Aunque la actividad exploratoria en la Cuenca Titicaca inició a principios del Siglo Veinte (XX) con el descubrimiento del Campo Pirín, uno de los más altos sobre el nivel del mar en el mundo, la complejidad geológica y de acceso hacen que esta se pueda considerar como un área de frontera exploratoria; debido a la escasez de información y conocimiento geológico detallado de la cuenca, tanto en su estratigrafía como en la geología estructural.

En este estudio se presenta un modelo estructural realizado mediante la construcción y balanceo de secciones estructurales regionales de 130 Km de longitud y de 36° de azimuth, localizadas a lo largo de la parte Noreste del Lago Titicaca. Este estudio se basa en la geología de superficie y la recopilación de información públicamente disponible para esta área e incluye nuevos datos que aportan conocimiento al modelo en profundidad gracias a la integración de diversos datos geológicos y geofísicos multiescala. El análisis y posteriores resultados permiten proponer una historia evolutiva a través de la cual se han conformado diferentes depocentros configurándose una serie de cuñas estratigráficas que han condicionado los estilos estructurales actuales. También se propone la existencia de tres subcuencas con marcadas diferencias tectonoestratigráficas y que coinciden con tres dominios estructurales, denominadas en este estudio: Subcuenca Putina localizada al Sureste, Subcuenca Yura localizada al Suroeste y Subcuenca Altiplano localizada entre las Subcuencas Putina y Yura.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Maestría en Geología. Director: Iván Camilo Higuera Díaz. Codirector Edgar Chajid Kairuz

ABSTRACT

TITLE: STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF GEOMETRY AND KINEMATICS OF AN AREA ON THE TITCACA BASIN^{*}

AUTHOR: MONICA MORALES MARTINEZ^{**}

KEYWORDS: TITCACA BASIN, PIRIN FIELD, PERUVIAN PLATEAU, BALANCED CROSS-SECTIONS.

DESCRIPTION:

Although exploration activities in the Titicaca basin began since the early twentieth century with the discovery of Pirín Oil-field, one of the highest above sea level in the world, the geological and access complexity make this area an exploratory frontier; because of the paucity of stratigraphy and structural geology information and poor detailed geological knowledge of the basin.

This study shows a structural model done by building on sequential and regional balanced cross sections of 130 Kilometers of length and 36° of azimuth located along the Northwest part of the Titicaca Lake in Peru. This study it's based on surface geology and compilation of available information for this area and it includes new data that provides knowledge in depth to the structural model by integrating multiscale geological and geophysical data. The analysis and subsequent results propose an evolutionary history through geological time which they have formed different depocentres configured a series of stratigraphic wedges that have conditioned and shaped the current structural styles. It is also proposed the existence of three sub-basins with tectonostratigraphic marked differences that matching three structural domains called in this study: Putina sub-basin located Southeast, Yura Sub-basin located Southewst and Altiplano Sub-basin located between Putina and Yura Sub-basins.

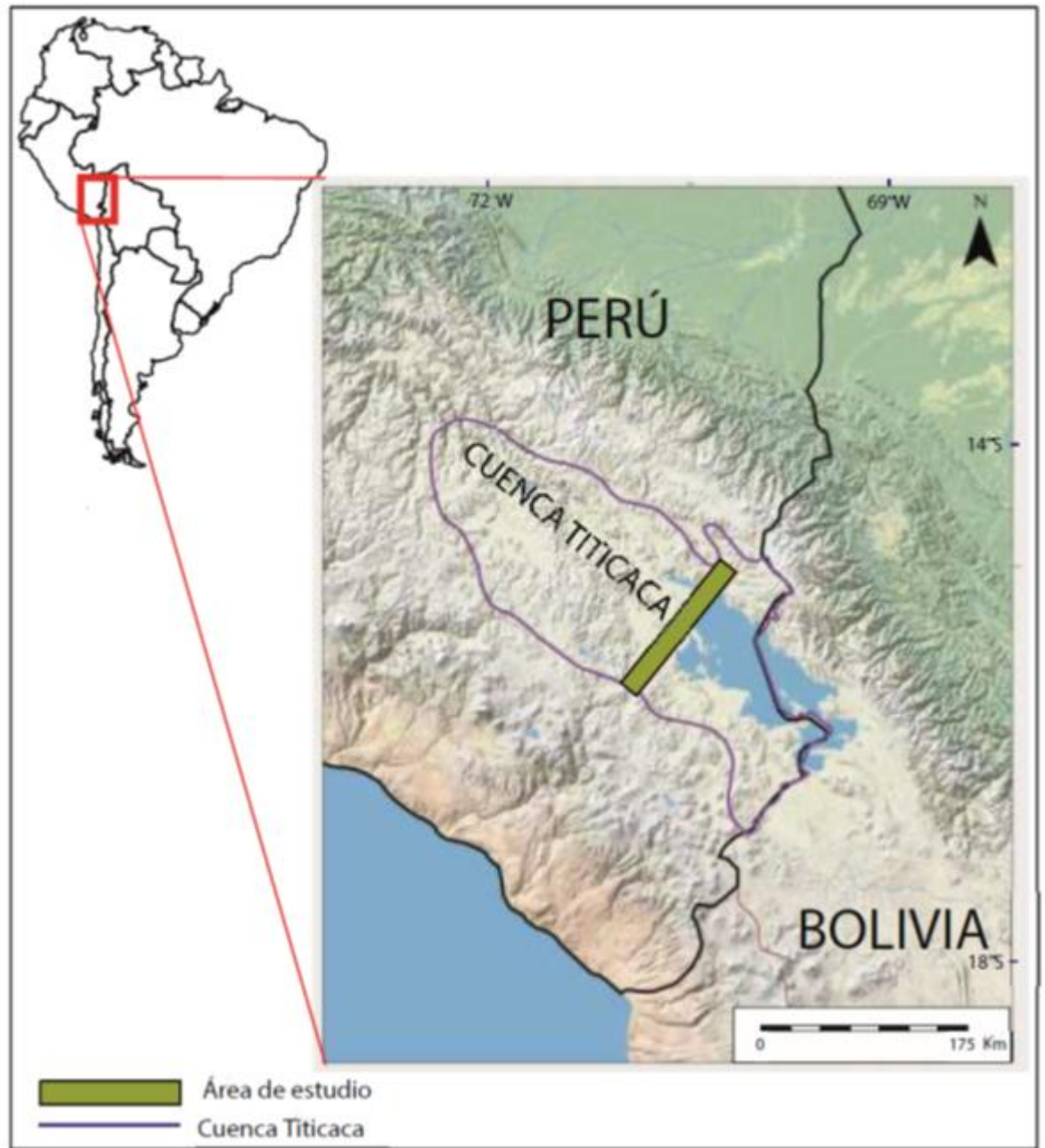
^{*} Master Thesis

^{**} Physicochemical Faculty of Engineering. School of Geology. Master of Geology. Director: Iván Camilo Higuera Díaz, PhD Geología. Codirector Edgar Chajid Kairuz

INTRODUCCIÓN

El área de estudio hace parte de la Cuenca intermontana Titicaca, ubicada en los Andes Centrales al Sur de Perú (Figura 1). Esta cuenca está emplazada en el Altiplano Peruano-Boliviano, el cual cuenta con una longitud de 1500 km, un ancho de 200 Km y una altura media de 3800 m.s.n.m; convirtiéndose en el segundo Altiplano más alto del mundo después del Tibet (Allmendiger et al., 1997). Esta compleja cuenca ha sido objeto de trabajos exploratorios desde principios del siglo XX (Newell 1949; Laubacher, 1978) hasta los trabajos más recientes en el siglo XXI (Hermoza et al., 2008; Siboil, 2008). Sin embargo, no existen modelos estructurales detallados que hagan uso de técnicas de balanceo de secciones. Es por ello que se presenta un modelo estructural realizado mediante la integración de datos multiescala y multitemporales, los cuales fueron la base para la construcción y balanceo de tres transectas estructurales regionales localizadas al Noroeste del Lago Titicaca. Los resultados obtenidos permitieron proponer un nuevo modelo estructural, donde existen variaciones tanto en la geometría como en la cinemática en las estructuras presentes. Este modelo está condicionado por la existencia de tres dominios estructurales que coinciden con la existencia de tres subcuencas, con marcadas diferencias tectonoestratigráficas y una serie de variaciones en el espesor estratigráfico. Este modelo estructural hace parte del resultado del análisis de la prospectividad hidrocarburífera para bloques exploratorios en el altiplano peruano. Como tal, la localización y diseño de las secciones estructurales, corresponde a la realización de un modelo para entender el área prospectiva alrededor de los campos productores de Pirín y Coata.

Figura 1. Mapa de localización área de estudio. La cuenca Titicaca se encuentra resaltada en color morado y el área de estudio se encuentra resaltada en color verde.



1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La complejidad geológica y de acceso junto con la escasez de información y conocimiento geológico detallado de la cuenca Titicaca, permite que se considere como un área de frontera exploratoria. El insuficiente conocimiento del modelo geológico en el área, ha implicado que los intentos de obtener un modelo geológico-geofísico a través de la adquisición sísmica 2D y de trabajos de campo, hayan fallado y por consiguiente no se tenga el entendimiento total de la evolución geológica en esta región. En esta área se han realizado modelos estructurales, en donde no se han tenido en cuenta tanto la variación y deformación de toda la secuencia estratigráfica, asimismo no se han integrado todos los datos tanto geofísicos como geológicos disponibles; los pocos modelos detallados existentes en los cuales se integraron algunos datos geofísicos, son muy locales y no permiten tener una visión de la variación tanto estratigráfica como estructural de la cuenca. Los argumentos anteriores permitieron convertir este tópico en un tema de investigación, donde se quiso indagar y probar la siguiente inferencia: Si existe una variación en los estilos estructurales, la geometría y cinemática a través de la cuenca Titicaca, entonces esta variación está condicionada por el modelo estratigráfico y la existencia de diferentes dominios estructurales

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son los estilos estructurales, geometrías y cinemática en el área de estudio?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Cómo es la geometría y distribución de la estratigrafía en el área de estudio?
- ¿Si existe una variación en los estilos estructurales, cómo es esta variación?
- ¿Qué factores inciden en la configuración de los estilos estructurales?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Construir un modelo estructural mediante el análisis de transectas secuenciales y técnicas de balanceo, que integre datos geológicos y geofísicos y que permita caracterizar los estilos estructurales, la geometría y la cinemática de un área ubicada en la Cuenca Titicaca.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

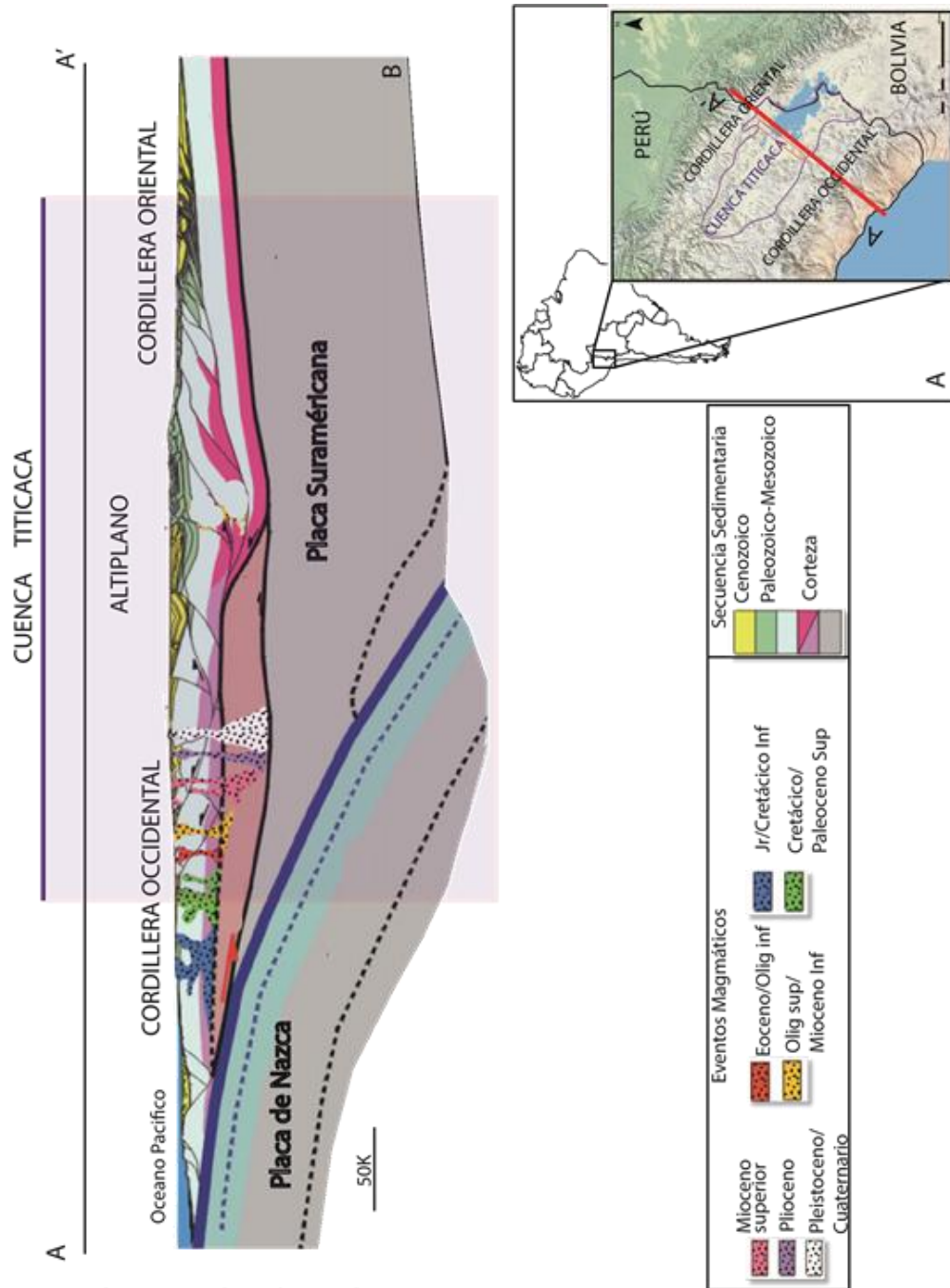
- Entender y analizar la geometría y distribución de la estratigrafía en el área de estudio.
- Construir y analizar los estilos estructurales y la variación de estos a lo largo del área de estudio, mediante la realización de tres transectas secuenciales.
- Si existe una variación en los estilos estructurales, indagar los factores que inciden en la variación de estos.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA CUENCA TITICACA

La Cuenca Titicaca está ubicada en el Altiplano de los Andes Centrales, es una cuenca intermontana elongada con dirección NW-SE, que está bordeada hacia el Suroeste y Noreste por fallas inversas que sirven como límite tanto de la Cordillera Oriental como de la Cordillera Occidental (INGEMMET&BGS,1991; Zuñiga,et al., 2010). Esta compleja cuenca intermontana Neógena está deformada por eventos tectónicos tanto extensivos como compresivos y tectónica de rumbo según lo reportado por Costa et al., 2006 y está caracterizada por una sucesión muy espesa de sedimentos continentales (4-10 km) (Baby et al., 1997). Tanto en la Cordillera Oriental como en el Altiplano se encuentra una sucesión de rocas que datan del Paleozoico al Cenozoico y la Cordillera Occidental contrasta por la marcada influencia de arcos Volcánicos y Eventos Magmáticos del Cenozoico (Figura 2).

Tectónicamente el Altiplano se encuentra localizado en lo que algunos autores han llamado “La paradoja de tectónica de placas”, ya que generalmente los Altiplanos, se han formado por procesos relacionados a la colisión de dos placas continentales como es el caso del Altiplano del Tibet, sin embargo el Altiplano Peruano-boliviano, es la excepción a esta regla ya que se encuentra localizado donde la placa oceánica de Nazca subduce a la placa continental Suramericana (Riller and Oncken, 2003) (Figura 2). En el Altiplano Central la placa de Nazca se encuentra subduciendo a la placa Suramericana con un ángulo de subducción de 30°. El volcanismo Post-Plioceno está relacionado con la geometría de la placa de Nazca, encontrándose ausente donde la placa esta horizontal y más desarrollado donde la placa subduce con ángulos de inclinación mayores (Allmendiger et al., 1997).

Figura 2. Contexto Geológico Generalizado de la cuenca Titicaca A. Mapa de localización de la sección esquemática en la Cuenca Titicaca B. Sección esquemática del área de estudio, sombreada con color morado se encuentra enmarcada el área de estudio.



Fuente: Modificado de Rochat et al. (1999)

2.1 ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía de la Cuenca Titicaca ha sido trabajada por Newell, 1949; Vargas, 1974; Laubacher, 1978; Benavides, 1991; INGEMMET, 1991; Zuñiga, et al., 2010. Las dataciones de algunas unidades en esta cuenca todavía son tema de discusión, al no existir un estudio estratigráfico preciso que defina las edades geológicas, se presentan diferencia en los modelos estratigráficos propuestos (Newell, 1949; Laubacher, 1978; Hermoza et al., 2008). Sin embargo para este trabajo se optó por utilizar tanto las edades referidas tanto en INGEMMET&BGS, 1991; como en las sucesiones estratigráficas observadas en campo (Figura 3).

2.1.1 Precámbrico y Paleozoico En general el basamento está representado por gneis y granito de edad Precámbrica. El Paleozoico cuenta con un espesor de más de 4000 m de rocas depositadas en ambientes de aguas profundas y plataformas marinas, donde predominan lutitas de color oscuro, calizas y areniscas. La sucesión Paleozoica se encuentra dividida en Paleozoico Inferior, Formaciones Chagrapí y Calapuja de edad Ordovícico-Silúrico, compuestas por una espesa sucesión de lutitas con intercalaciones de areniscas y el Paleozoico Superior está representado por las Formaciones Cabanillas, Ambo y Tarma-Copacabana de edad Devónica hasta el Pérmico, compuestas litológicamente por una serie de intercalaciones de areniscas con calizas (Figura 3).

Figura 3. Columna Estratigráfica Generalizada de la Cuenca Titicaca

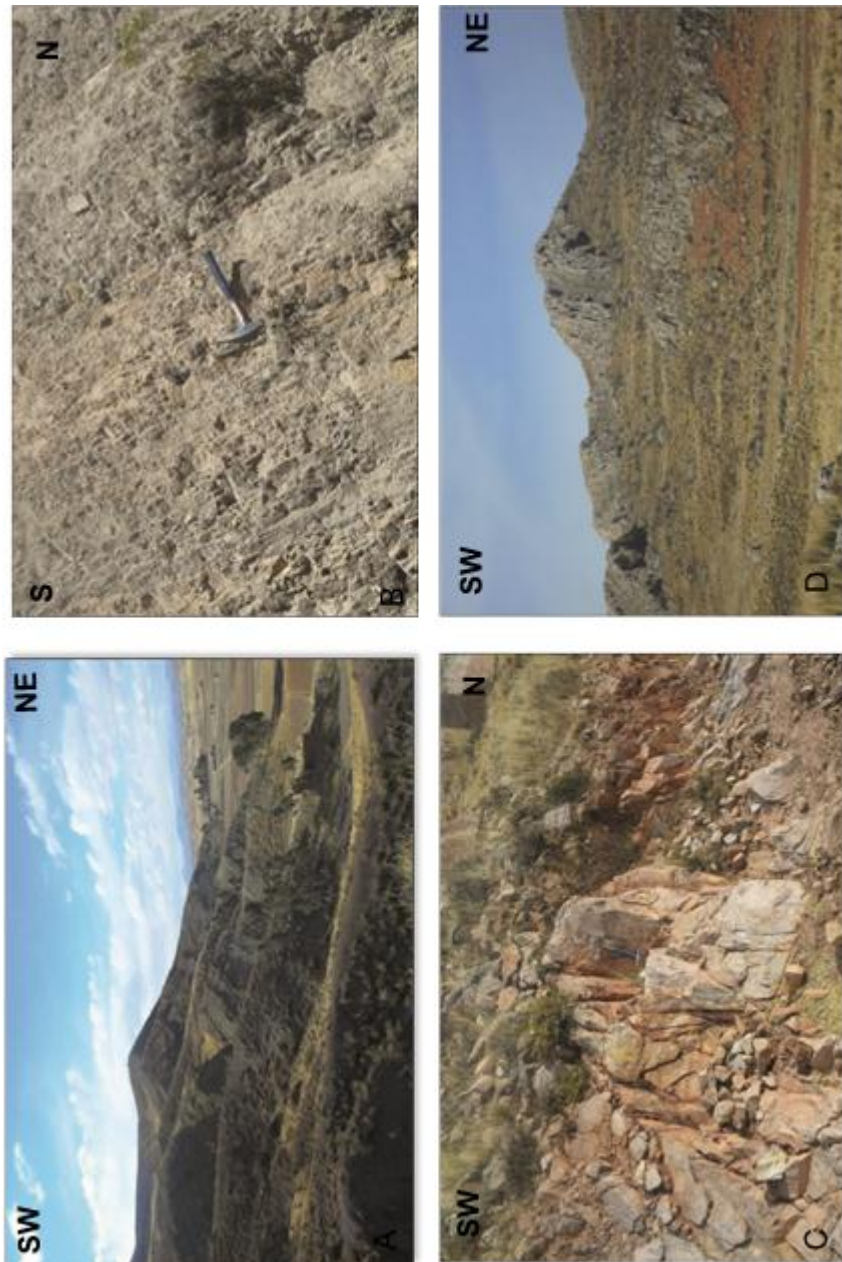
EDAD		UNIDAD	ESPESOR (m)	LITOLOGIA	
Cuaternario		Azangaro		Azangaro	
TERCIARIO	Plioceno Mioceno	Series Volcánicas típicas de la Cordillera Occidental	Sillapaca	100- 3600 m	Andesitas y flujos basálticos con arenas arcósicas tufas y brechas
			Tacaza		
			Maure		
			Umayo		
	Oligoceno		Puno Muñani	100- 7000 m	Areniscas conglomeráticas arcósicas rojas a chocolate Areniscas arcósicas rojas
MESOZOICO		Grupo Moho	Vilquechico	480- 680 m	Areniscas y shales
	Ayabacas		90- 220 m	Calizas gris claro, bastantes fracturadas	
		Huancané	100- 500 m	Cuarzoarenitas limpias de grano medio	
	Jurásico	Grupo Yura	140- 2600 m	Areniscas con intercalaciones de shale, carbonatos	
		Muni-Sipín		Evaporitas, calizas, shales gris oscuros a negros	
Triásico	Mitú	250- 3000 m	Conglomerados, areniscas feldespaticas, evaporitas		
PALEOZOICO	Pérmico	Copacabana	Mayor a 4000 m	Shales con capas de sal Calizas grises	
		Tarma		Areniscas limosas	
	Ambo	Areniscas, limolitas con intercalaciones de shale			
	Devónico	Cabanillas		Areniscas de grano fino Shales grises	
		Silúrico Ordovícico		Chagrapí - Calapuja	Shales oscuros, areniscas calcareas
	Precámbrico			Basamento	

Fuente: Modificado de Zúñiga et al., 2010.

2.1.2 Mesozoico La sucesión Jurásica cuenta con un espesor que varía entre 120 a 2470 m y está dominada por rocas de ambiente de plataforma, peritidal y sabkha. Las litologías predominantes son calizas, areniscas, lutitas y rocas evaporíticas. (Figuras 3 y 4). La sucesión Cretácica cuenta con un espesor aproximado de 1300 m, está dominado por rocas de ambiente de costa, fluvial y plataforma interna de carbonatos. Dentro de las litologías principales que lo componen están las areniscas y calizas (Figuras 3 y 4). En el Cretácico la Formación Huancané descrita por Newell, 1949, como una arenisca masiva de color rosado, de aspecto sacaroso con excelentes propiedades como roca reservorio; se destaca por ser la unidad almacén del petróleo que se ha encontrado en el campo Pirín. Suprayaciendo la Formación Huancané se encuentra la formación Ayabacas, compuesta por calizas grises plegadas y fracturadas; esta Formación representa la última ingresión marina anterior a la formación del altiplano en el Cretácico Superior. (Figura 4).

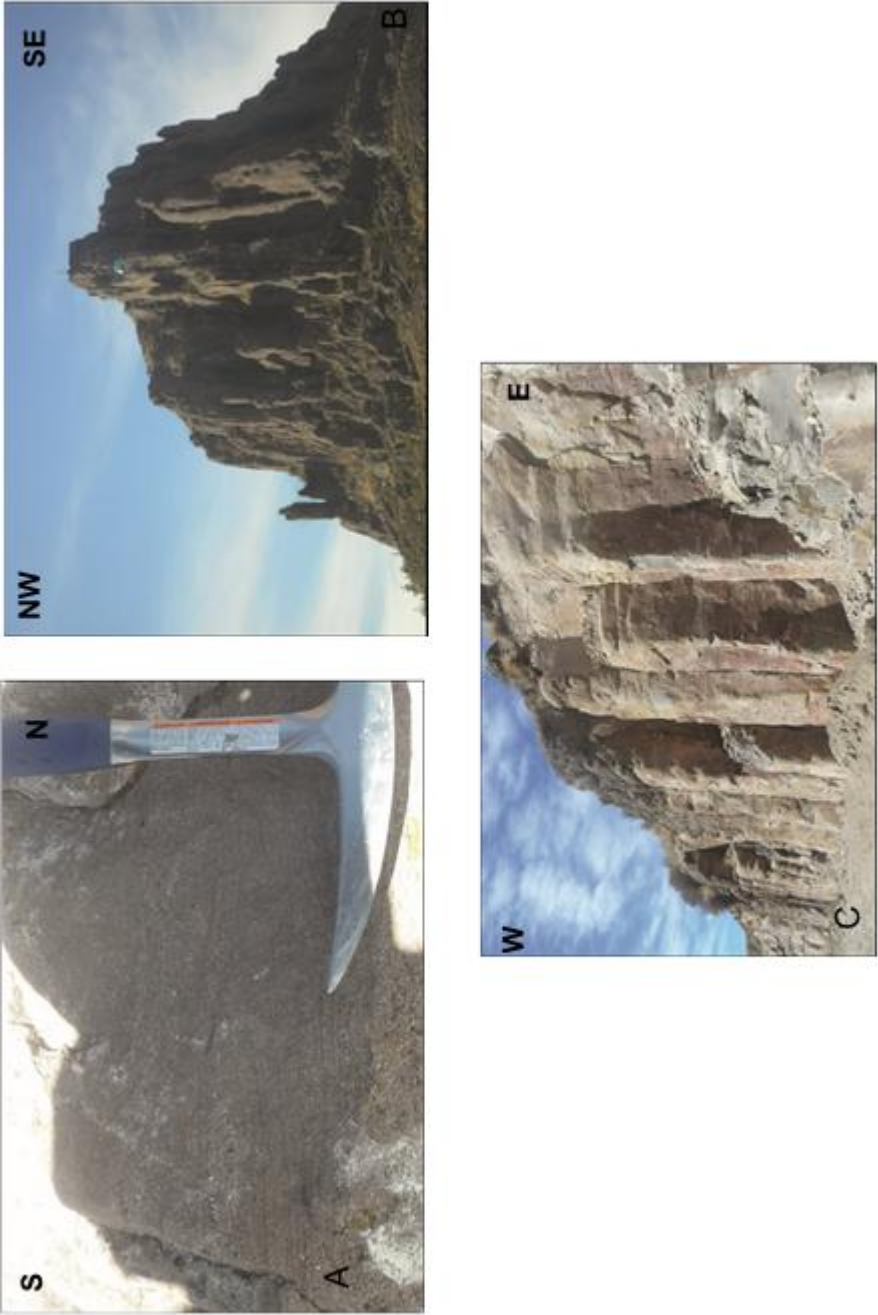
2.1.3 Cenozoico El periodo Cenozoico está representado por sedimentos pertenecientes a ambientes de abanicos aluviales próximos, compuestos por arenas conglomeráticas arcósicas y conglomerados de color rojo a rosado. Al Suroeste del área donde se encuentra la influencia de la Cordillera Occidental se presenta el arco volcánico representado por lavas de tipo basáltico, andesitas y tufas. (Figura 5).

Figura 4. Fotografías de los afloramientos Paleozoico, Jurásico y Cretácico. A. Sucesión de shales en la Formación Chagrapí (Paleozoico), B. Capas tabulares de limolítas, Formación Sipín (Jurásico), C. Areniscas fracturadas, Formación Huancané, D. Sucesiones de calizas fracturadas en la Formación Ayabacas.



Fuente: Campaña de campo

Figura 5. Fotografías de los afloramientos Terciarios y eventos magmáticos
A. Estratificación cruzada en la Formación Muñani, B. Estratos de areniscas conglomeráticas, Formación Puno, C. Columnas basálticas, Formación Umayo.



Fuente: Campaña de campo

2.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

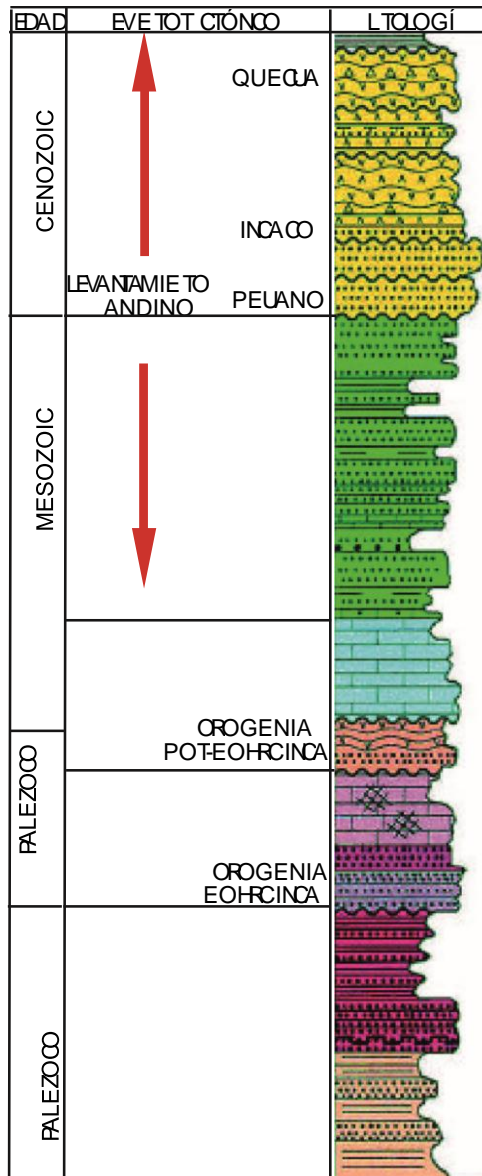
La Cuenca Titicaca es una cuenca polihistórica, compleja estructuralmente y fuertemente plegada. Esta ha sido afectada por múltiples orogenias (PeruPetro, 2003), desde el Paleozoico hasta el reciente (Figura 6). Las orogenias Eohercínica y Post-Eohercínica fueron las responsables de plegar los estratos Paleozoicos (Benavides, 1991) y durante el levantamiento Andino, se presentaron diversas orogenias que afectaron los sedimentos Mesozoicos (Cobbing, 1985; Megard, 1984; Zúñiga et al., 2010). Así durante la orogenia Peruana de edad Santoniana hace aproximadamente 80 m.a causaron emersión y cambio en la sedimentación de marina a continental en el Perú Central (Megard, 1984). Estos múltiples eventos de deformación modifican la geometría de la cuenca y generan una geometría de bloques y subcuencas que controlan la distribución y el tipo de sedimentación presente.

2.2.1 Modelos estructurales En los Andes Centrales se han realizado diferentes modelos estructurales (Newell, 1949; Jaillard&Santander, 1992; Roeder&Chamberlain, 1995; Zeltzer et al., 1998; Rochat et al, (1999); PeruPetro, 2003; Hermoza et al., 2008; McQuarrie, 2005; Rodríguez et al. (2010). En la figura 7 se muestran los perfiles estructurales más representativos del área de estudio. El perfil A-A` muestra tanto en la subcuenca Putina como en el campo Pirín una tectónica de piel gruesa con retrocabalgamientos, asociada a un complejo fallamiento de rumbo, fallas listricas asociadas a rollovers, pliegues y cabalgamientos (PeruPetro, 2003).

El perfil B-B´ presenta dos dominios tectónicos: dominio del Altiplano Occidental y dominio del Altiplano Oriental. El Altiplano Occidental presenta estructuras que durante el Pérmico-Cretácico en un régimen distensivo formaron grabenes como la estructura de Lampa. A partir del Cretácico superior los grabenes se invierten para formar las estructuras presentes como lo son el alto de Cabanillas y el Alto de

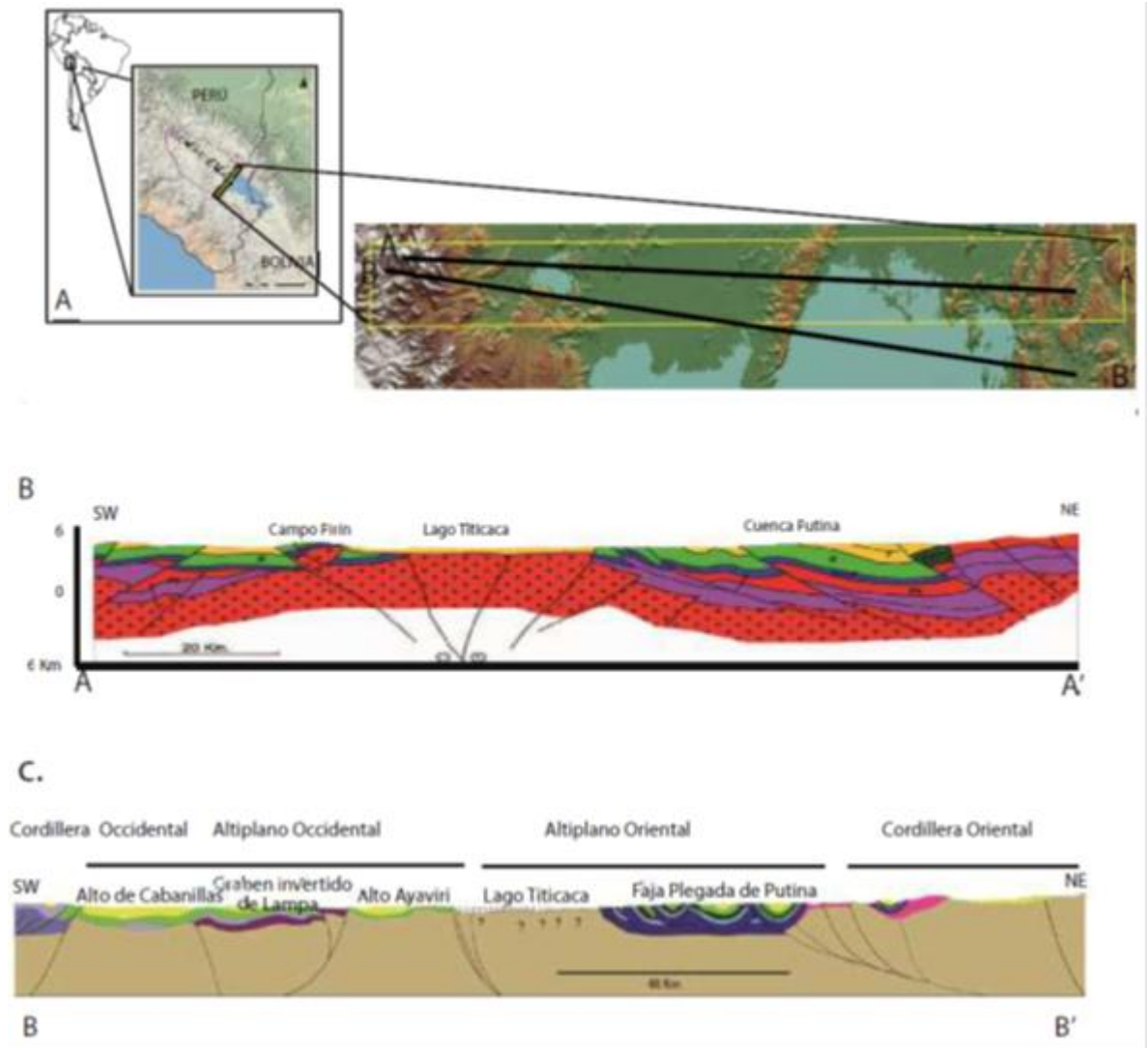
Ayaviri (Rodriguez et al. (2010). En el dominio del Altiplano oriental se muestran repeticiones tectónicas, cuyos niveles de despegue son más superficiales al Noreste, como es el caso del nivel de despegue en la faja corrida y plegada de Putina donde el nivel de despegue se encuentra en rocas del Jurásico.

Figura 6. Principales eventos tectónicos ocurridos en la Cuenca Titicaca.



Fuente: Modificado de Zúñiga et al., 2010.

Figura 7. Modelos estructurales del área de estudio. A. Localización de los dos modelos (A-A' y B-B'), B. Modelo estructural A-A', C. Modelo estructural B-B'.

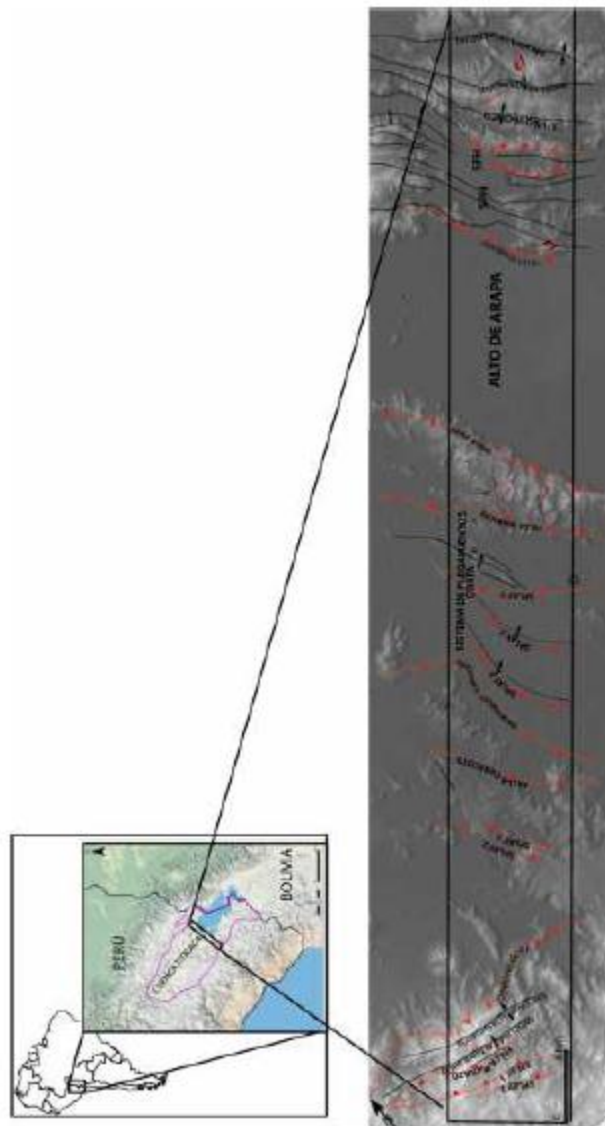


Fuente: Modificado de PeruPetro, 2003 & Rodríguez et al. (2000)

2.2.2 Elementos estructurales mayores Los principales elementos estructurales en el área de estudio corresponden a fallas inversas y pliegues con dirección Noroeste-Sureste, a excepción del Sinclinal de Altarhuayco y la Falla de Mañazo con sus fallas secundarias que presentan una dirección Este-Oeste (Figura 8). Las fallas regionales corresponden a las Fallas Anzagaro, Pirín, Ayabacas, las fallas

satélite asociadas al Sistema de Plegamientos de Coata y las Fallas de Caracoto y Mañazo con sus retrocabalgamientos y Fallas satélite asociadas. Las estructuras regionales corresponden al Sinclinal de Vilquechico, Anticlinal de Colpacuyo, Sinclinal Casantacuyo y el Sistema de Plegamientos de Coata.

Figura 8. Principales elementos estructurales (Las fallas se muestran en color rojo y los pliegues en color negro). Se encuentran superpuestos al Modelo Digital de Elevación de 30 metros. SPH (Sistema de Plegamientos de Huancané), SFH (Sistema de Fallamientos de Huancané).



3. DATOS Y MÉTODOS

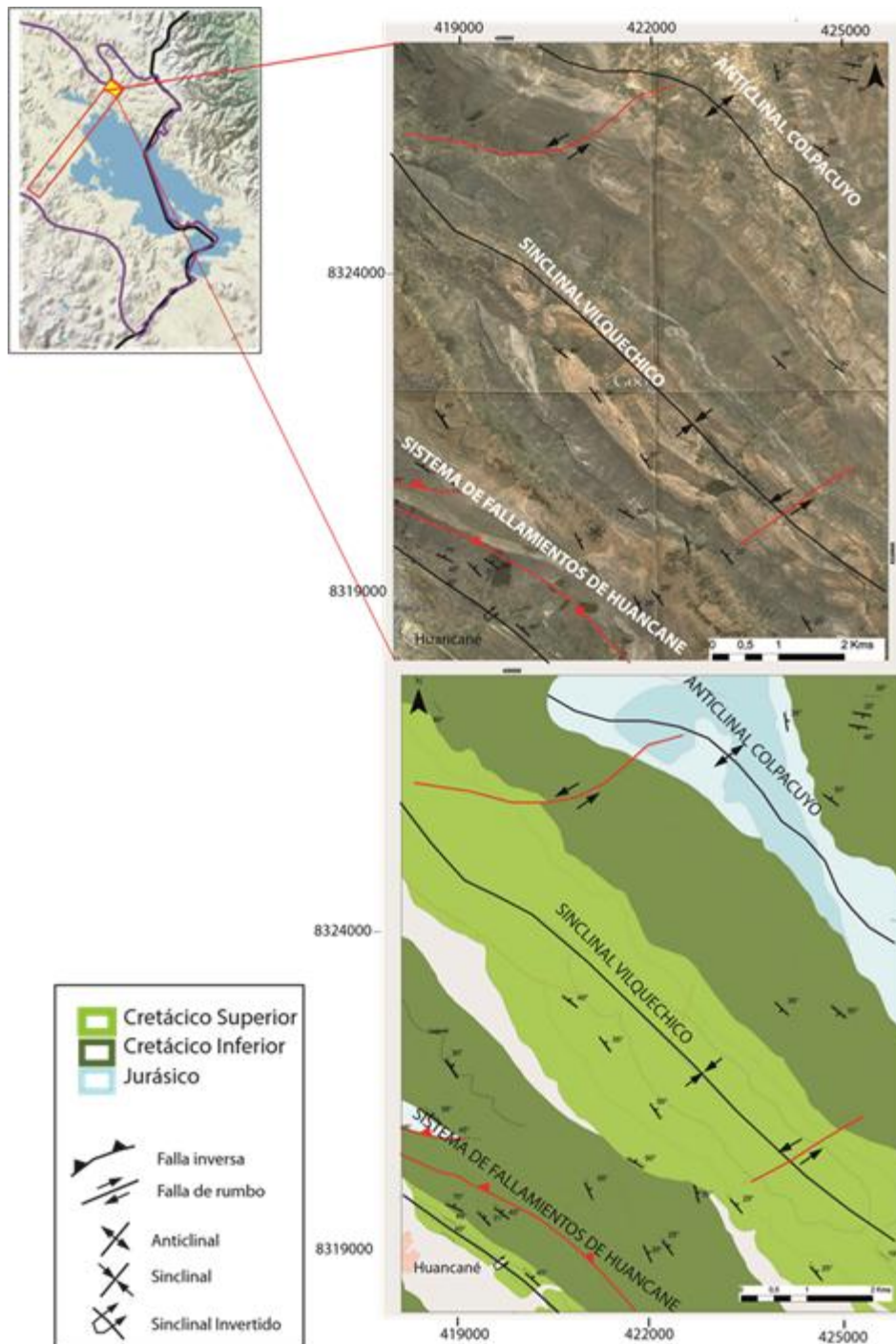
3.1 DATOS

Se utilizaron datos regionales como imágenes satelitales y mapas aeromagnetométricos y aerogravimétricos y datos detallados como mapas geológicos, datos tomados en campo, información sísmica 2D e información de pozos y logs.

3.1.1 Mapas geológicos y datos tomados en campo Los mapas geológicos utilizados se cartografiaron durante el año 2001, con Datum WGS 84, proyección UTM y zona 19S por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico de Perú. Se utilizaron alrededor de 13 planchas para cubrir la zona de estudio con escalas 1:25.000 a 1:50.000. En el capítulo de resultados se puede observar el mapa geológico final, resultado de la integración de la información cartográfica. Los datos adquiridos en campo consistieron en la toma de datos estructurales (rumbos y buzamientos), y descripciones litológicas; recolectados en un total de 137 estaciones ubicadas a lo largo de las transectas estructurales propuestas. La mayor cantidad de datos tomados se localizaron al Oeste del Lago Titicaca donde las estructuras presentaron mayor complejidad estructural.

3.1.2 Imágenes satelitales Se realizó un mosaico con imágenes de satélite de Google Earth (Figura 9), cubriendo la gran mayoría del terreno con excelente resolución, permitiendo verificar tanto rasgos geológicos como topográficos de las áreas de difícil acceso.

Figura 9. Ejemplo de Imagen Satelital del Sinclinal de Vilquechico con el mapa geológico

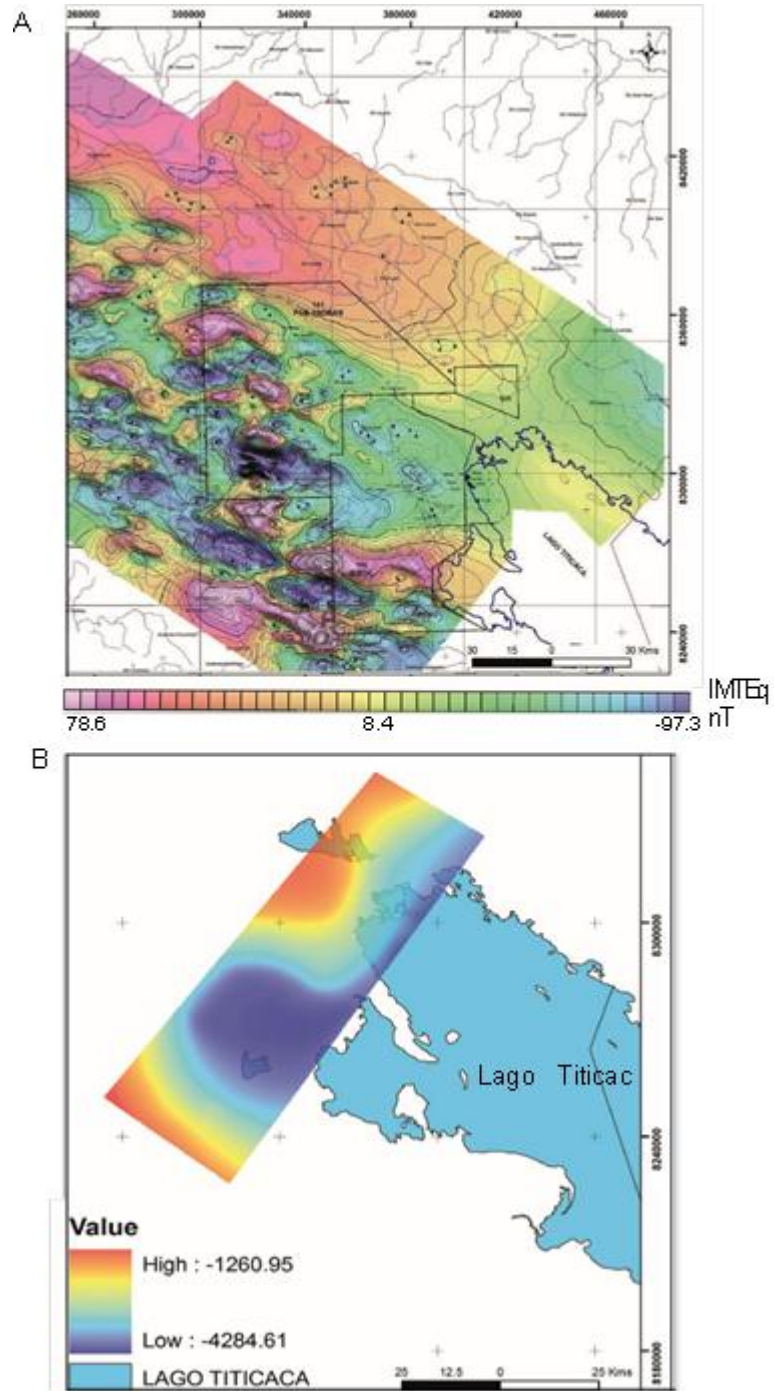


Fuente: Imagen Satelital tomada de Google Earth 2013, mapa geológico modificado de INGEMMET, 2001

3.1.3 Aeromagnetometría y Aerogravimetría El principal objetivo del trabajo de interpretación aeromagnética llevado a cabo por la empresa Carson en los años 2007-2009, fue el de obtener la interpretación del basamento magnético al Oeste del Lago Titicaca. Los datos iniciales consistieron en una grilla de 200 metros por 200 metros que fue obtenida del programa aeromagnético de 28.445 Km de vuelo con separación entre líneas de 2.5 Km. Estos datos se adquirieron a una altura promedio de 5800 m.s.n.m usando un magnetómetro "Fluxgate". Este programa fue realizado por INTERA AEROSERVICE para el INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico de Perú) en el año 1975. Una vez llevado a cabo el procesamiento, análisis e inversión de los datos geofísicos por parte de la empresa Carson, se obtuvo el mapa de Intensidad Magnética Total del cual se obtuvo el mapa en profundidad del basamento (Figura 10).

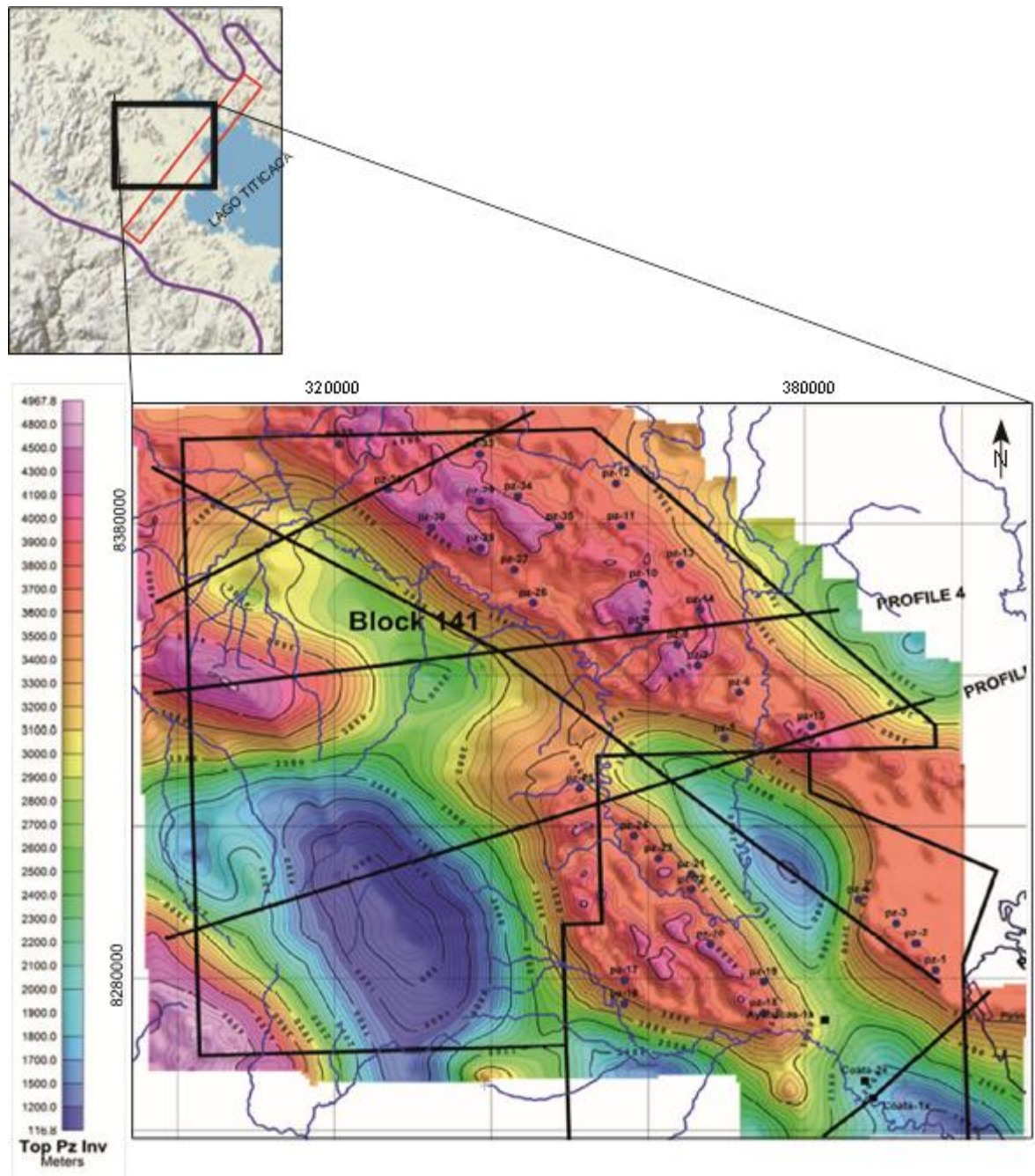
La toma de datos aerogravimétricos se llevó a cabo en el año 2009, con una grilla de vuelo de 1 por 4 Km, a una altura de 6000 m.s.n.m, el gravímetro utilizado fue un LaCoste and Romberg Air/Sea Modelo S-82, montado en una plataforma giro estabilizada. Tanto la adquisición como el procesamiento y la interpretación de los datos fue llevada a cabo por las empresas Pan Andean Resources sucursal del Perú y la empresa Carson Helicopters, Inc. Como resultado se obtuvieron los mapas al tope del Paleozoico y Cretácico mediante la creación del modelo en profundidad a través de la comparación con modelos cuantitativos preestablecidos (Figura 11).

Figura 10. Aeromagnetometría sobre el altiplano central A. Mapa de Intensidad Magnética reducida al Ecuador (nT) B. Mapa en profundidad del basamento en metros por debajo del nivel del mar.



Fuente: Modificado de Carson Aerogravity Inc, 2009.

Figura 11. Mapa estructural al tope del Paleozoico generado por inversión gravimétrica.



Fuente: Modificado de Carson Aerogravity Inc, 2009.

3.1.4 Información sísmica 2D La adquisición de datos sísmicos en el área se realizó en los años 90 por la empresa Yugansk. Se adquirió un total de 551.8 Km

con un total de 32 líneas (Figura 12). Los parámetros con que fue adquirida la información sísmica 2D no funcionaron, al tratar de obtener una buena imagen del subsuelo en esta área, esto sumado a la complejidad geológica y estructural resultó en una calidad de la imagen sísmica pobre. Aunque a la información se le realizó reprocesamiento, los parámetros de adquisición no permitieron mejorar la calidad de la información.

3.1.5 Registro de Pozo y núcleos La exploración de la cuenca empezó en 1875 con el primer pozo exploratorio que fue perforado en el campo Pirín, donde fue descubierto petróleo de 36° API (Figura 12). Desde 1939 hasta 1946 el gobierno de Perú directamente tomó la operación de Pirín y perforó 13 pozos exploratorios a una profundidad de 100 hasta 300 m de profundidad (Pozos RH) extrayendo aproximadamente 300.000 barriles. Finalmente en 1990 un contrato exploratorio fue asignado a la empresa Yugansk, la cual llevó a cabo el registro del programa sísmico 2D para la perforación de los últimos tres pozos exploratorios en el área (Coata-1X, Coata-2X y Ayabacas-1X), la profundidad de estos pozos osciló entre 2400 a 2950 m. El objetivo tanto de la sísmica adquirida como de estos pozos perforados, fue la de probar una estructura anticlinal denominada Anticlinal de Coata.

Figura 12. Líneas sísmicas y pozos perforados en el área. En color morado se pueden visualizar los programas sísmicos existentes en el área y en círculos de color negro los pozos perforados en el área.

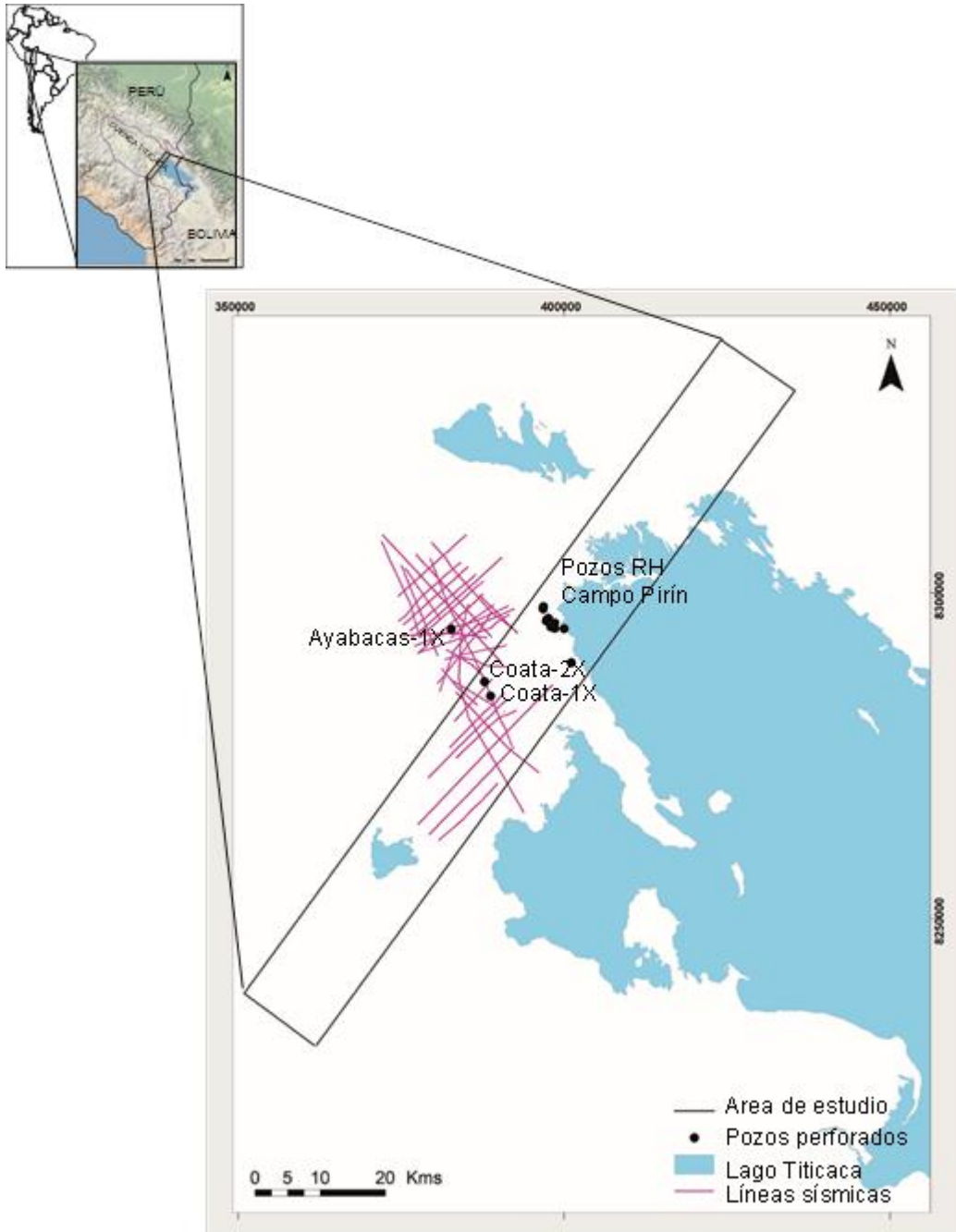
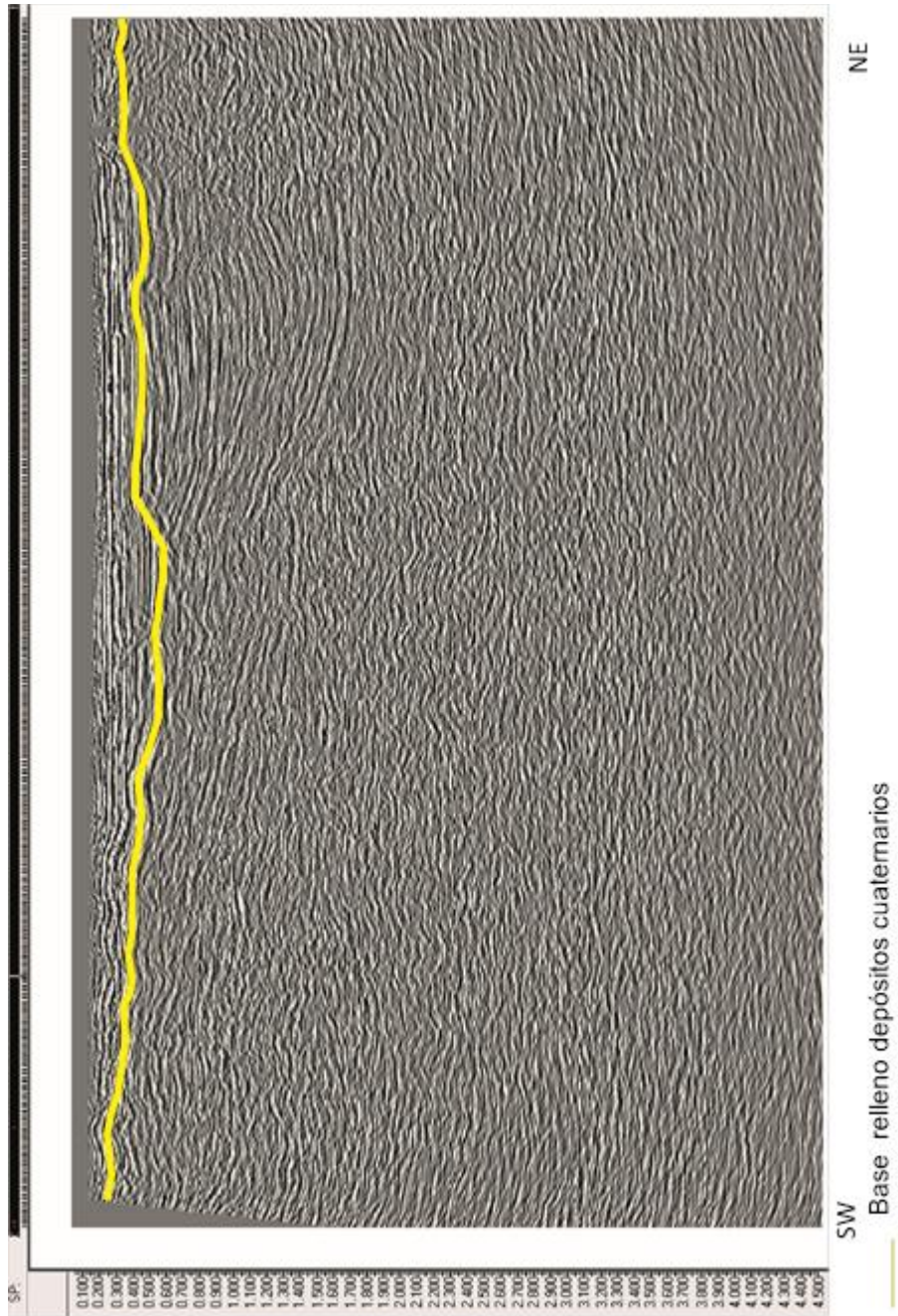


Figura 13. Ejemplo de línea sísmica tomada del programa sísmico pta93-7a.



Fuente: Programa Sísmico 2D, empresa Yugansk.

A continuación se presenta una tabla con el resumen de las principales características de los pozos perforados en el área:

Tabla 1. Resumen de pozos perforados en el área

POZO	X	Y	Z (GL)	PROF (m)	Año de perforación	Objetivo	Productor
COATA 1X	388888	8284505	3824	2950	1995	Paleozoico y Cretácico	No
COATA 2X	387956	8286702	3829	2430	1996	Paleozoico y Cretácico	No
AYABACAS 1X	382880	8294760	3825	1790	1997	Paleozoico y Cretácico	No
RH-1	396980	8297897	3993,02	300	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-2	396651	8298081	3925,66	593	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-3	398405	8294122	3887,30	455	1939-1946	Netamente exploratorio	No
RH-4	396624	8297929	3940,25	259	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-5	398442	8295133	3835,65	506	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-6	399715	8294085	3813,05	445	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-7	398408	8294207	3886,97	208	1939-1946	Netamente exploratorio	No
RH-8	397452	8295931	3853,73	330	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-9	398028	8294621	3914,72	626	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-10	397626	8295991	3850,16	294	1939-1946	Netamente exploratorio	Si
RH-11	397345	8295798	3868,42	463	1939-1946	Netamente exploratorio	No
RH-12	397255	8295557	3910,16	437	1939-1946	Netamente exploratorio	No
RH-13	401117	8289261	3887,70	631	1939-1946	Netamente exploratorio	Si

Fuente: PeruPetro

Para este trabajo fueron utilizadas las interpretaciones de los los pozos Coata-1X y Coata-2X, debido a que estos son los pozos perforados más profundos y recientes en el área de investigación; junto con la descripción de núcleos del pozo Coata-1X y la descripción de la estratigrafía hallada en los pozos RH pertenecientes al campo Pirín.

Análisis e interpretación de núcleos del pozo Coata-1X

Este pozo localizado a 10 km al SE de la ciudad de Juliaca, alcanzó una profundidad total de 2950 metros. Se recuperaron 25 núcleos convencionales (Figura 14). Dando como resultado el siguiente análisis:

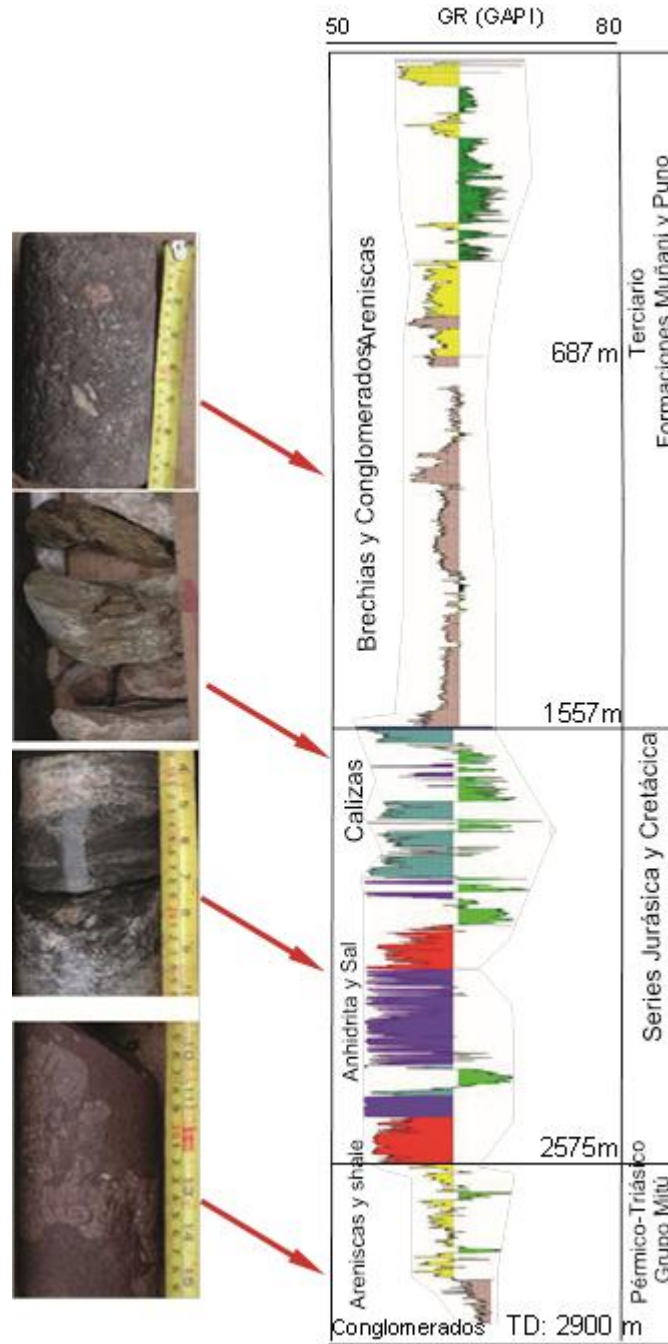
Unidades Terciarias (0-1557 m). Limolitas y lutitas rojas con brechas. Estas rocas corresponden a las formaciones Puno y Muñani y descansan directamente sobre las series Jurásicas. Unidades Jurásicas (1557-2575 m). Compuesta principalmente por dos unidades una calcárea de un espesor 353 metros y una unidad evaporítica de un espesor correspondiente a 665 m. Unidades Permo-Triásicas (2575-2950 m). Compuesta por areniscas feldespáticas rojas de grano grueso y conglomerados correlacionable con la formación Mitú.

Pozos RH (Campo Pirín)

Los Pozos denominados RH fueron perforados en el campo Pirín, entre los años 1939 a 1946 por el gobierno Peruano (Figura 15). Se perforaron aproximadamente 13 pozos exploratorios a una profundidad entre 254 a 640 m. Varios de los pozos mostraron altas presiones de gas y altas tasas de producción de agua por lo cual el campo fue cerrado en 1946. Estos pozos fueron perforados por la presencia de rezumaderos en esta área los cuales están aún activos y se pudieron evidenciar en la zona en la campaña de campo realizada. La estructura responsable de la acumulación de hidrocarburos es una estructura monoclinial

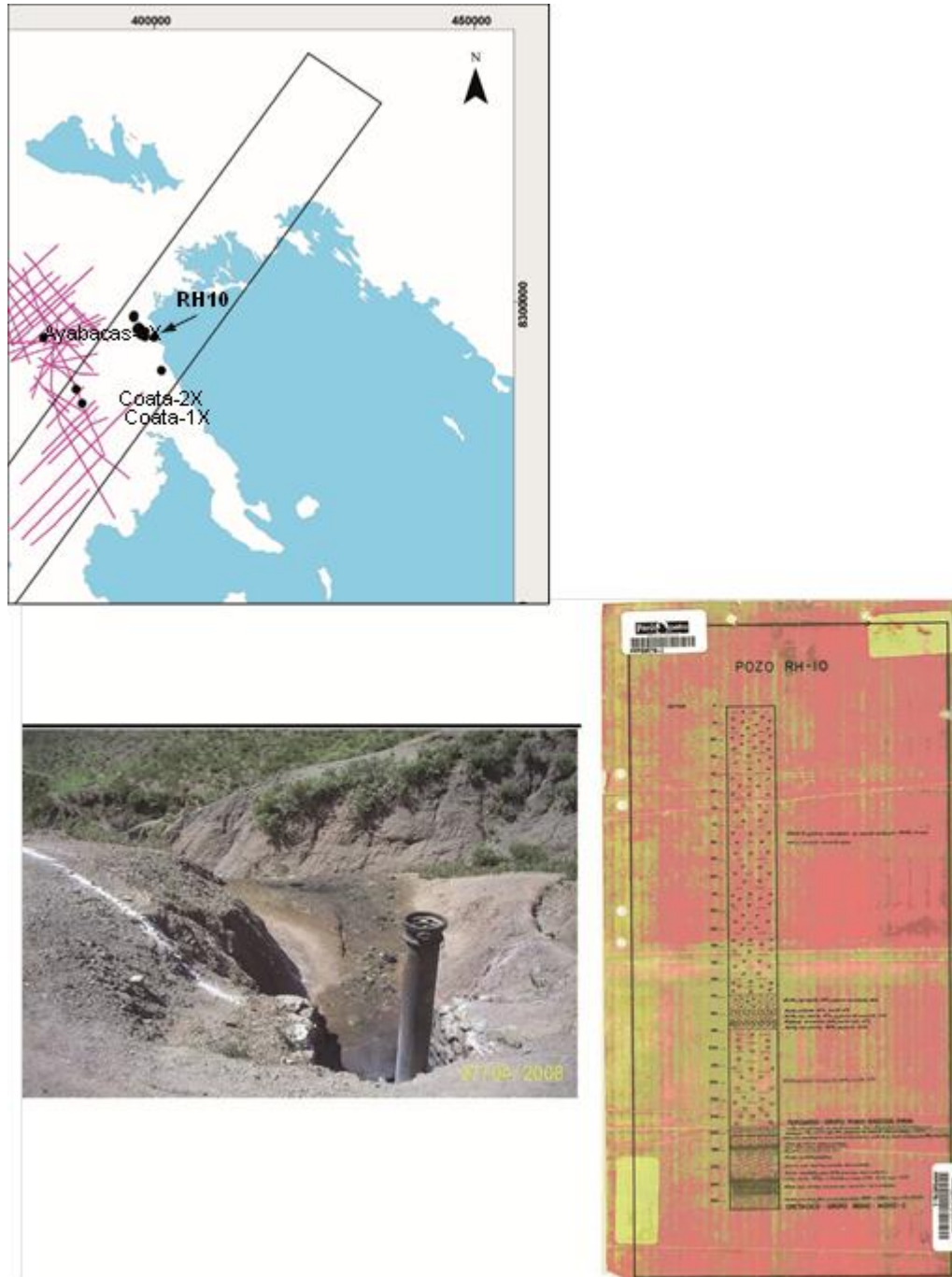
limitada al Oeste por la falla Pirín la cual es responsable de actuar como sello lateral de la acumulación de hidrocarburo de 36 grados API.

Figura 14. Núcleos extraídos del pozo Coata-1X.



Fuente: Modificado de Hermoza et al., 2008.

Figura 15. A. Mapa de localización del pozo RH-10 ubicado en el campo Pirin, B. Vista del pozo RH-10 en campo, C. Registro en papel tomado del Pozo RH-10.



Fuente: Tomado de PeruPetro, 2003.

3.2. METODOLOGÍA

En un área frontera como la cuenca del Titicaca, donde la información disponible es limitada, es necesario recurrir a integrar bases de datos generadas con diferentes propósitos, escalas y épocas. Es así como para la construcción del modelo estructural se integraron mapas del servicio geológico de Perú INGEMMET, 2001, datos gravimétricos y aeromagnéticos, sísmica 2D e información de pozos (Newell, 1949; Laubacher et al., 1978; Benavides et al., 1991; INGEMMET&BGS, 1991; PeruPetro, 2007; Siboil, 2008; Carson Aerogravity, 2009; Rodríguez et al., 2010) (Figura 16).

A continuación se describen los pasos más importantes llevados a cabo en la metodología utilizada:

3.2.1 Recopilación, Análisis e Integración de la información disponible

Debido a que la Cuenca Titicaca es una cuenca frontera, donde la información disponible es escasa debido en parte a la poca investigación que se ha llevado a cabo en los últimos años; se realizó un exhaustivo trabajo de investigación de la información existente y disponible con el fin de analizarla, clasificarla y así integrarla en un Sistema de Información Geográfica.

3.2.2 Descripción, recolección y análisis de datos en campo

Se realizó una campaña geológica de reconocimiento con el fin de verificar los rasgos tanto estratigráficos como estructurales de los mapas geológicos utilizados. En cada estación se tomaron datos estructurales de rumbo y buzamiento de las capas, reconocimiento de estructuras presentes, tipos de pliegues y fallas. También se realizó una descripción litológica y una observación en conjunto de los rasgos geológicos presentes (Figura 17).

Figura 16. Diagrama de flujo de la metodología llevada a cabo para generar el modelo estructural.

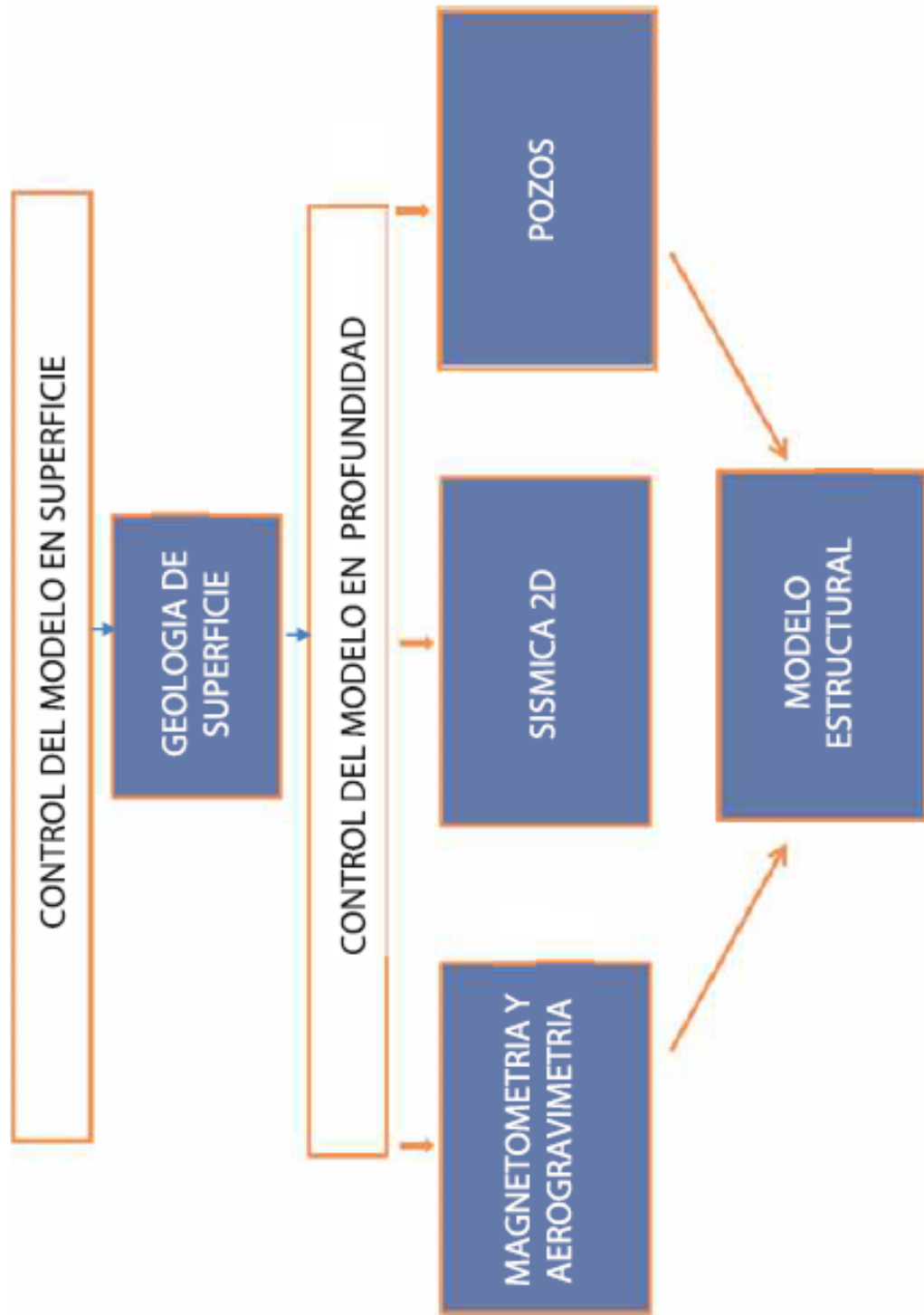
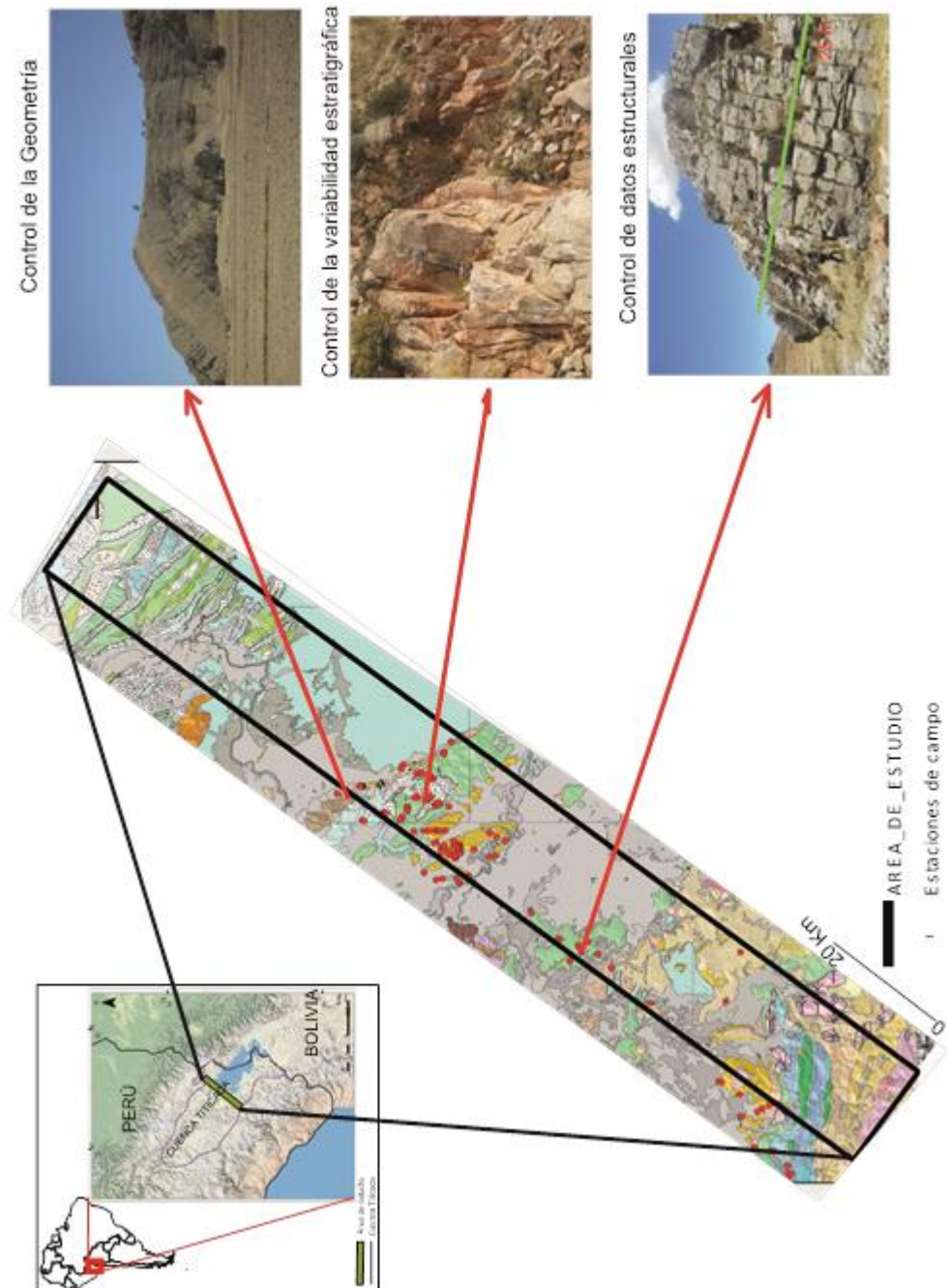


Figura 17. Estaciones de campo realizadas en el área de estudio. En color rojo se pueden visualizar las 137 estaciones realizadas a través del área de estudio.

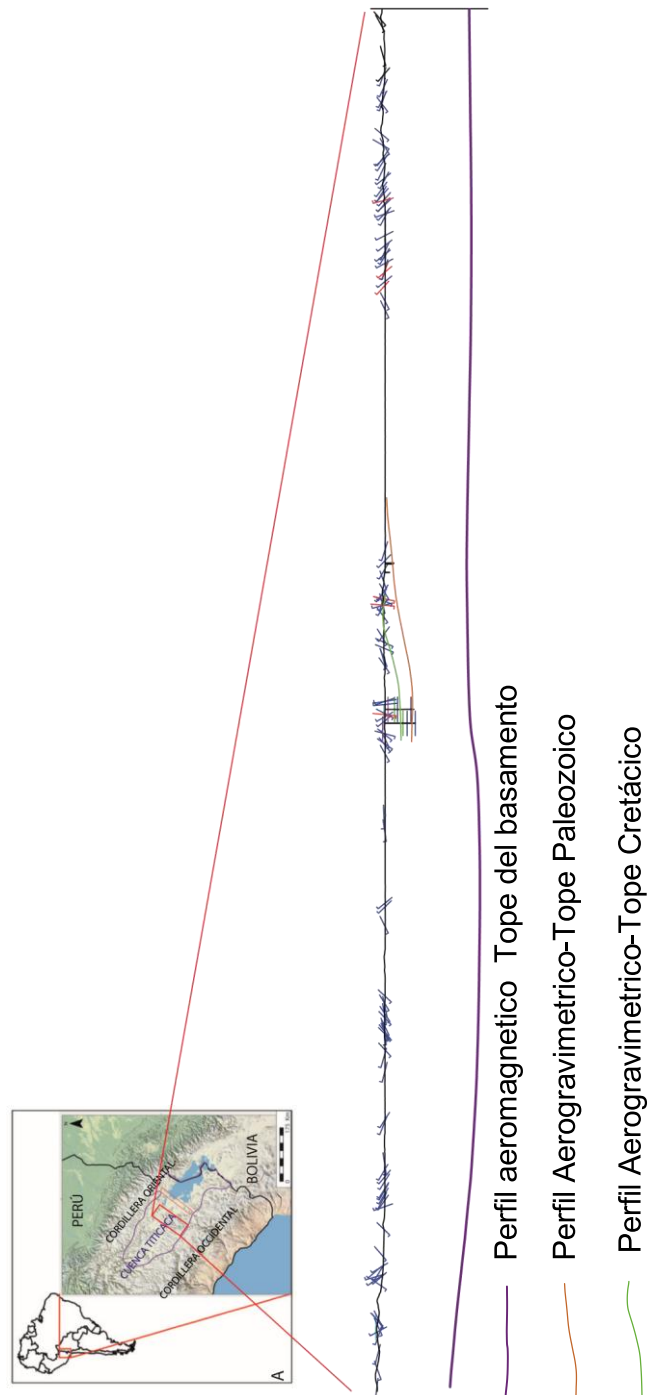


Todos los datos tomados en campo fueron analizados y organizados en un Sistema de Información Geográfica, con el fin de realizar ajustes en la cartografía existente y los datos estructurales fueron analizados mediante el software Stereonet, con el objetivo de observar tendencias y así obtener de todo el conjunto de datos tomados en cada estación, el dato promedio.

3.2.3 Construcción de correlaciones estratigráficas regionales. Con el fin de entender el modelo estratigráfico del área de estudio, se procedió a recopilar información de columnas estratigráficas disponibles para la sección aflorante así como mapas isópacos e información de pozo (núcleos) para las unidades en profundidad (Vargas, 1970; Benavides, 1991; Rodríguez et al, 2010). Sin embargo, para unidades no cubiertas en las planchas geológicas se usaron y correlacionaron otros estudios en la parte central del altiplano (Newell, 1949; Laubacher, 1978; Batty et al., 1985; Jaillard & Santander, 1992; Sempere & Acosta., 2004; Hermoza et al., 2008).

3.2.4 Obtención y Control del modelo en profundidad Para ajustar el modelo en profundidad, a partir de la integración de la información geofísica y de pozo, se procedió a interpretar la posición del Basamento. Para esto se construyeron perfiles en profundidad del basamento magnético basados en los mapas de Carson, 2009 (Figuras 10 y 11) y perfiles en profundidad de los topes de la secuencia Cretácica y Paleozoica mediante los mapas gravimétricos de Carson, 2009 (Figura 18). La posición de los topes de la sucesión Jurásica, Cretácica y Paleógena en la parte central de la cuenca, se derivaron de una combinación entre la interpretación sísmica, los registros de pozos y los amarres de la interpretación de la sísmica 2D. Adicionalmente, los topes interpretados desde los modelos geofísicos fueron correlacionados con los contactos determinados a partir del mapa geológico. En las zonas donde no existe información sísmica ni de pozos, los topes y la interpretación es derivada de una combinación entre el mapa geológico y las correlaciones estratigráficas regionales.

Figura 18. Perfiles (Basamento, Tope de Paleozoico y Tope de Cretácico). Tomados de Carson, (2009).

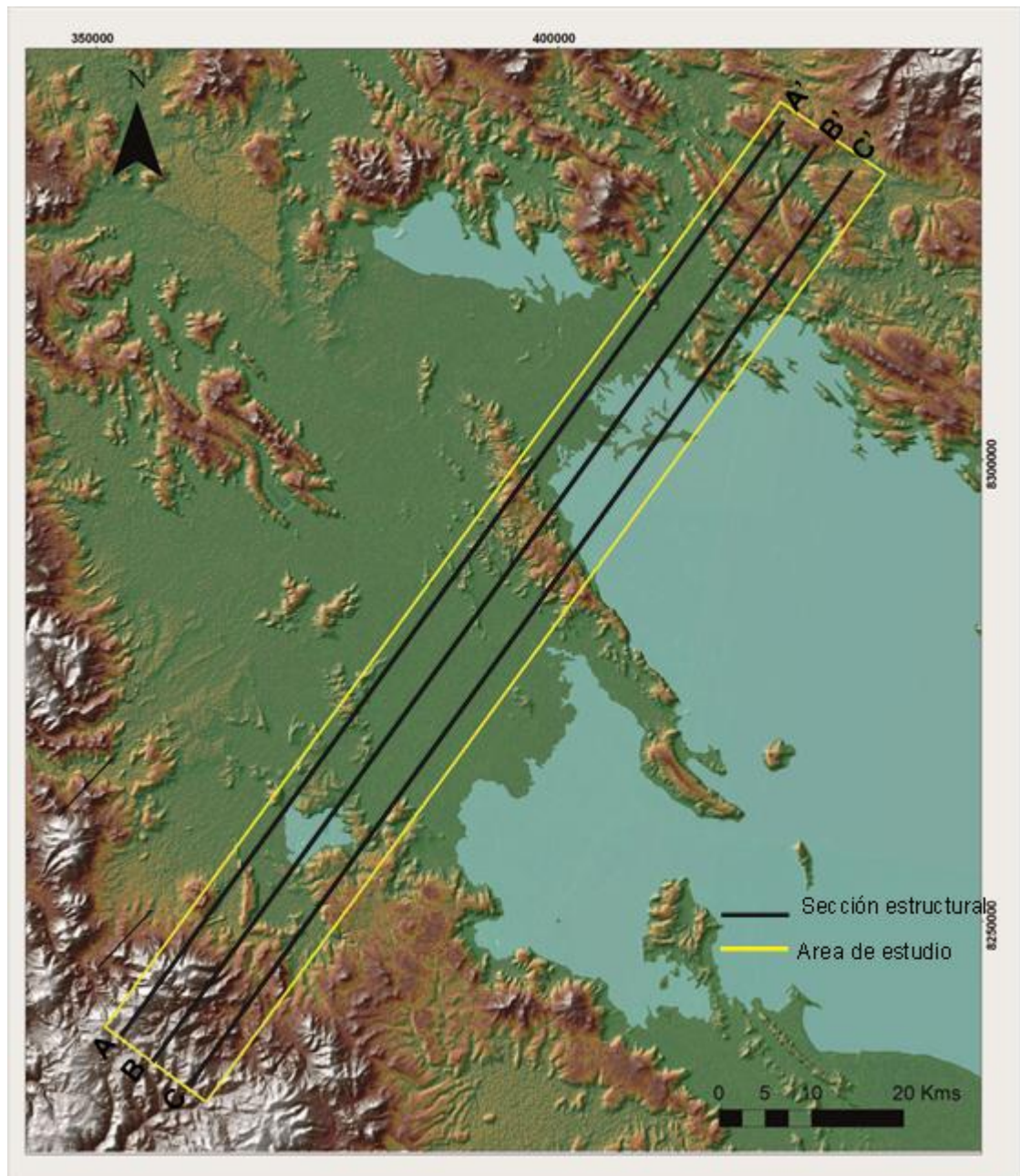


3.2.5 Construcción y Balanceo de las secciones estructurales

- Técnica de construcción y condiciones base

La técnica de secciones estructurales balanceadas permite la cuantificación de la deformación por medio de la retrodeformación, mediante secciones geológicas estructurales (Dahlstrom, 1969; Elliott, 1983; Hossack, 1979; Woodward et al., 1989). Aunque una sección estructural balanceada no es la única solución, válida la interpretación y ofrece una solución viable y admisible (Woodward et al., 1989). Para la construcción de este modelo se definieron un grupo de condiciones base. La primera condición para la orientación de las secciones es que la dirección de construcción de las secciones estructurales se realizara perpendicular al rumbo de las estructuras mayores, paralela a la dirección del esfuerzo máximo horizontal para el último evento de deformación registrado; con ello se honra el principio de que toda la deformación debe ocurrir en el plano de la sección. Sin embargo solo se garantiza que la deformación ocurre en el plano de la sección para los eventos de deformación más reciente, pero no para los eventos debidos a orogenias pre-Andinas. La segunda condición es que este modelo es basado en secciones seriales paralelas con un azimuth de 36 grados y espaciadas 5 Km entre sí (Figura 19). Entonces eventos de deformación relacionados a capas no competentes como en las sucesiones evaporíticas del Jurásico donde la deformación puede haber ocurrido fuera del plano de la sección, no se encuentran reflejados en la interpretación. Además debido a los marcados cambios de espesor en toda la sucesión, la interpretación no usa un modelo de capas paralelas en su construcción; usa un modelo de geometría de cuñas para reflejar esos cambios en la estratigrafía. Ninguno de los pozos o la sísmica, toca el basamento por ello se usó la inversión aerogravimétrica y aeromagnetométrica para estimar tanto la profundidad del basamento como de los topes Paleozoicos y Cretácicos.

Figura 19. Mapa de localización de las secciones estructurales construidas en este estudio.



Basados en esos criterios se construyeron tres secciones estructurales mediante el software 2DMove, definiéndose una separación entre ellas de 5 km, con el fin de poder resolver el modelo estructural e identificar la variabilidad en la geometría

de los pliegues y la magnitud de desplazamiento de las fallas. Adicionalmente se quiso comprobar si los cambios de espesor estratigráfico producen cambios en el estilo estructural, o si la deformación reciente esta desacoplada.

Métodos de balanceo.

Debido a que en la cuenca Titicaca se encuentran diferentes estilos estructurales en las diferentes subcuencas o provincias geológicas fue necesario aplicar diferentes métodos de balanceo, Flujo paralelo a la falla y Deslizamiento flexural. A continuación se describe cada uno de estos métodos:

Flujo paralelo a la falla. Este mecanismo de deformación considera los efectos de la geometría de la falla sobre la deformación en el bloque colgante. El volumen es conservado durante esta deformación, el largo de línea y la conservación de área se logran cuando se elige un ángulo de cizalla adecuado. El mecanismo de movimiento paralelo a la falla está diseñado cinemáticamente para un modelo geológico que presente capas plegadas en el bloque colgante. Basado en un flujo laminar sobre la rampa de la falla, el plano de la falla está dividido en dominios discretos de buzamiento. Por ende las partículas en el bloque colgante son trasladadas a lo largo de líneas de flujo las cuales están paralelas al plano de falla. El bloque yacente no es restaurado. Este método es la mejor opción para modelar el movimiento sobre el bloque colgante sobre fallas en cinturones de pliegues cabalgados donde la mayoría de la deformación ocurre discretamente entre los planos de las capas y existen rápidos cambios en el buzamiento de la falla. Este mecanismo asume el flujo de las partículas superficie de la falla de la sección estructural (Deformación plana). La ventaja del flujo paralelo a la falla es que el mecanismo de deformación de la estructura puede ser estudiado secuencialmente (Figura 20).

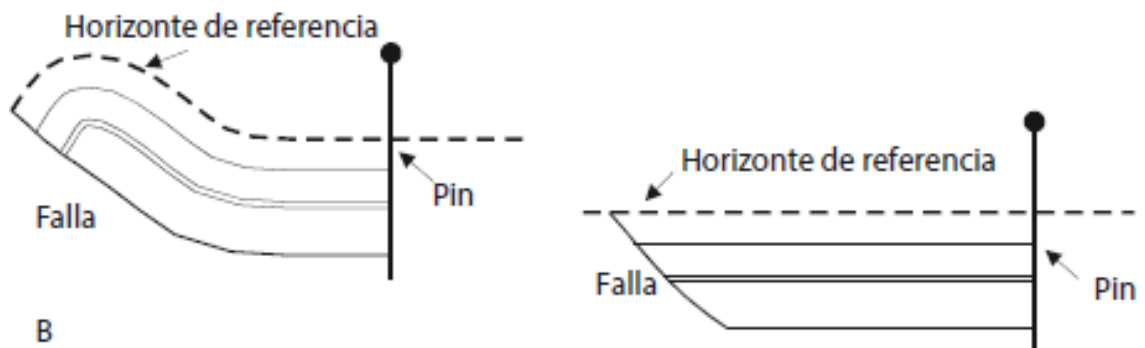
Deslizamiento Flexural. El mecanismo de deformación consiste en la restauración de las capas asumiendo que el movimiento de la deformación se ha dado por el movimiento a través de los planos de las capas sedimentarias. Este preserva tanto la longitud de línea como el área de la capa. Este mecanismo de deformación utiliza una línea de referencia al cual las capas se restauraran, un pin que es una línea a lo largo del cual se anclan las capas con el fin de desplegarlas o restaurarlas y un horizonte de referencia el cual sirve de guía para identificar la deformación de las capas subyacentes. (Figura 20).

Figura 20. Mecanismos de deformación utilizados.

A. Flujo Paralelo a la falla. B. Deslizamiento Flexural.



Estado Inicial (Estado Deformado) Estado Final (Estado Retrodeformado)



Fuente: Modificado de Elger, K, 2013.

4. RESULTADOS

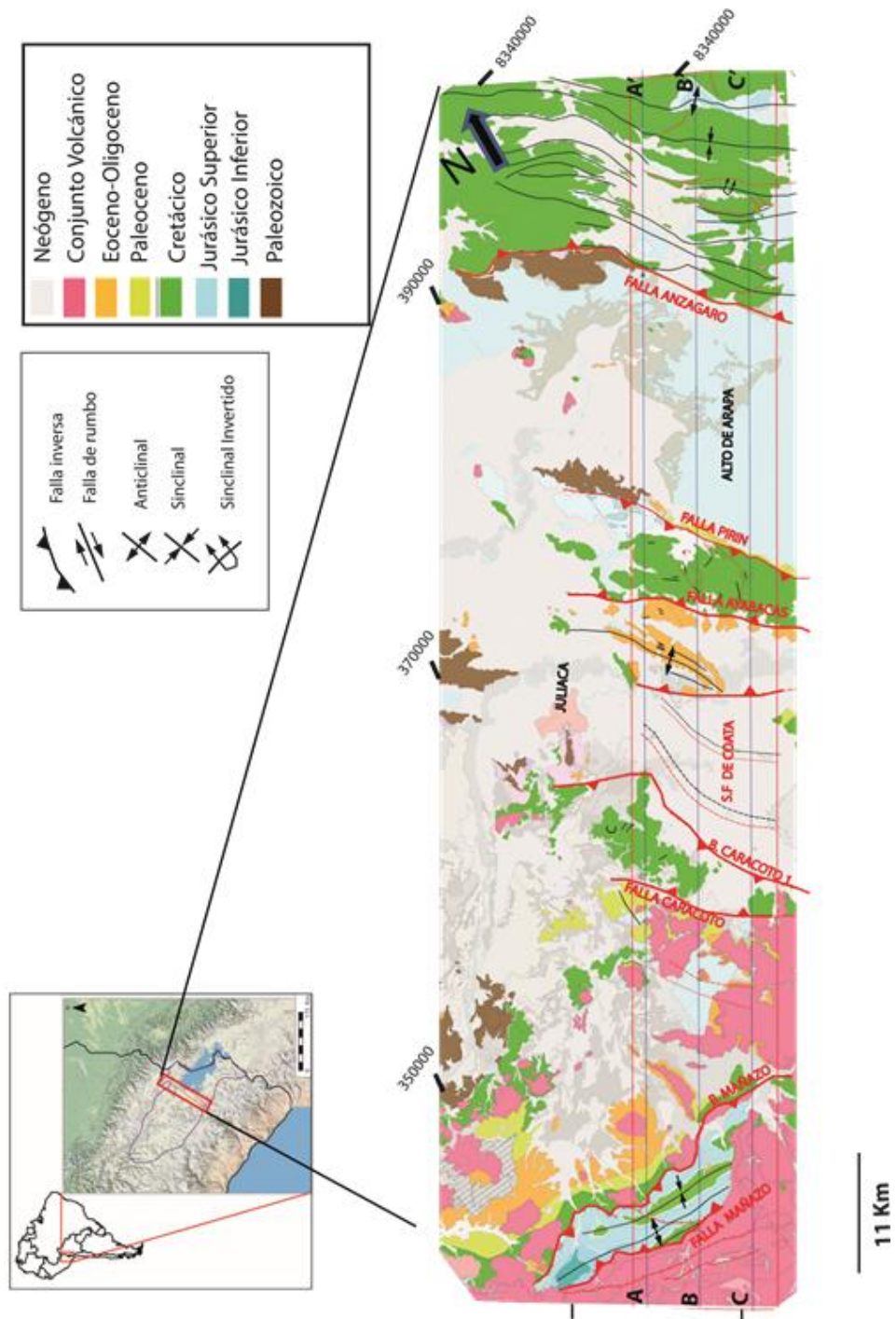
4.1 MAPA GEOLOGICO FINAL

El mapa geológico final utilizado para generar el modelo estructural propuesto en este estudio, fue el resultado de analizar, procesar, estandarizar y complementar la información geológica existente con los datos tomados en campo y la interpretación de las imágenes satelitales (Figura 21).

4.2 SUBCUENCAS Y VARIACIONES EN LA ESTRATIGAFIA REGIONAL

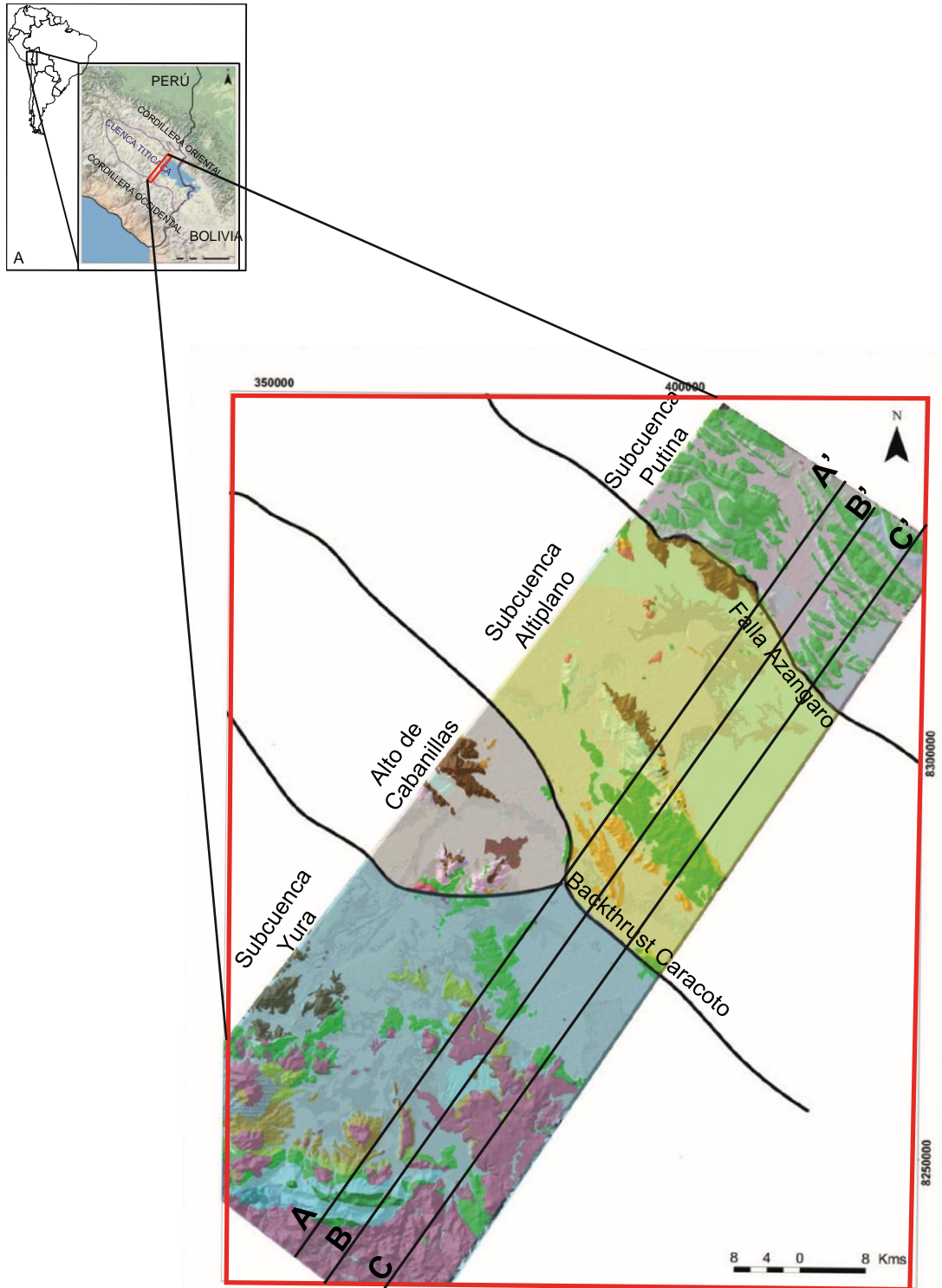
4.2.1 Subcuencas Mediante el análisis de la información estratigráfica recopilada (Tabla 2) y la construcción de la geometría de las cuñas estratigráficas para cada periodo de tiempo (Figuras 23, 24 y 25); se evidenció la existencia de tres subcuencas que están contenidas dentro de la cuenca Titicaca. Estas tres subcuencas se denominan en este estudio, así: Subcuenca Putina (Ubicada al Noreste), subcuenca Yura (Ubicada hacia el Suroeste) y Subcuenca del Altiplano (Ubicada entre la subcuenca Putina y Yura) (Figura 22). Estas subcuencas a su vez están limitadas por fallas regionales como la falla Azangaro y el backthrust Caracoto que actúan como límites estructurales.

Figura 21. Mapa geológico generalizado donde se muestran las unidades geológicas presentes en el área de estudio.



Fuente: Modificado de INGEMMET, 2001

Figura 22. Subcuencas presentes en el área de estudio.



4.2.2 Geometría de cuñas estratigráficas Las correlaciones estratigráficas regionales construidas mediante la recopilación de espesores (Tabla 2) (Figuras 23, 24 y 25), muestran una importante variación en el espesor y geometría de las unidades estratigráficas, a lo largo del rumbo de las secciones estructurales construidas. A continuación se describe la variación de la geometría para cada cuña sedimentaria.

Cuña Paleozoica

El modelo geométrico construido para el Paleozoico, permite observar como la cuenca para este intervalo de tiempo se encuentra basculada hacia el Noreste por efecto del Macizo de Arequipa (Figura 23). Se presenta la configuración de un alto de basamento hacia el Suroeste, hacia donde el espesor se va adelgazando drásticamente, acuniándose parte del Paleozoico Superior (Formaciones Ambo-Copacabana), hasta alcanzar un espesor mínimo de 1667 m en la subcuenca Yura. Esta cuña continúa adelgazándose hacia el Suroeste hasta desaparecer en la cuenca Arequipa donde no existe registro de rocas Paleozoicas ni Triásicas (Vargas, 1970). Se plantea que esta paleogeografía existente permitió un mayor desarrollo de la cuenca hacia el Noreste en la Subcuenca Putina, donde se encuentra la mayor tasa de depositación de la secuencia Paleozoica, con aproximadamente 5100 m de shales oscuros, areniscas y calizas pertenecientes tanto al Paleozoico Inferior (Formaciones Calapuja-Chagrapí) como al Paleozoico Superior (Formaciones Cabanillas, Ambo-Copacabana).

Las facies laterales de las formaciones que conforman la secuencia Paleozoica son homogéneas a lo largo de la cuenca donde no se evidencian cambios drásticos en su litología (Benavides, 1991; Laubacher, 1978).

Tabla 2. Espesores utilizados en la construcción del modelo de cuñas sedimentarias

INTERVALO DE TIEMPO		SUBCUENCA YURA	ESPESOR (m)
PALEOZOICO	Superior	Formaciones Ambo-Copacabana	0
	Inferior	Formacion Cabanillas	1165
		Formacion Calapuja-Chagrapí	502
JURASICO	Superior	Formacion Labra	1200
		Formacion Cachios	400
		Formacion Puente	600
	Inferior	Formacion Socosani	270
CRETACICO	Superior	Formación Vilquechico	300
		Formacion Ayabacas	130
		Formacion Huancané	60
	Inferior	Formación Huambo	90
		Formación Murco	280
		Formación Hualhuaní	100
		Formación Gramadal	200

INTERVALO DE TIEMPO		SUBCUENCA ALTIPLANO	ESPESOR (m)
PALEOZOICO	Superior	Formaciones Ambo-Copacabana	486
	Inferior	Formacion Cabanillas	1156
		Formacion Calapuja-Chagrapí	1973
JURASICO	Superior	Formacion Sipin y evaporitas	725
	Inferior		
CRETACICO	Superior	Formacion Ayabacas	250
		Formacion Huancané	100

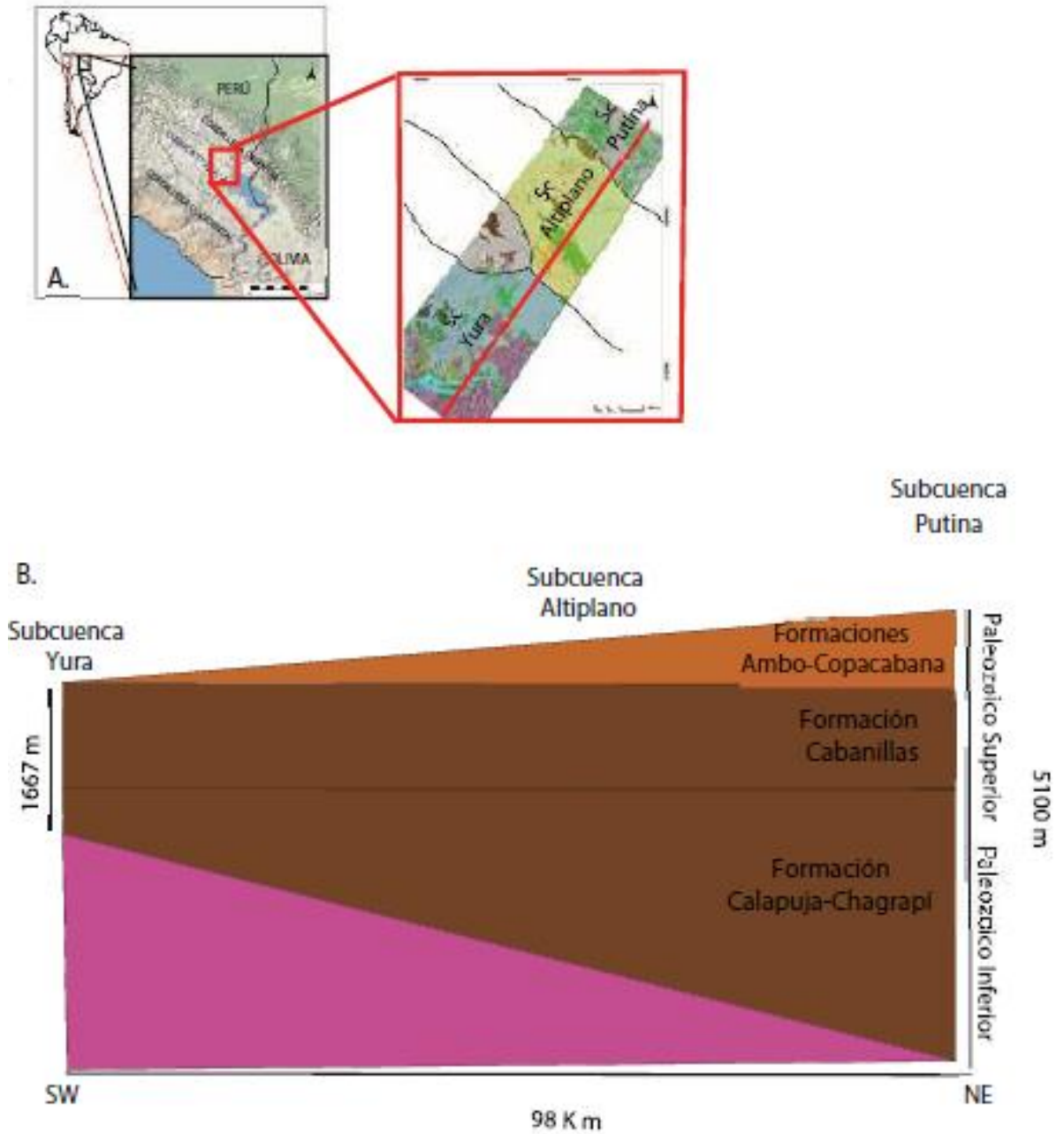
INTERVALO DE TIEMPO		SUBCUENCA PUTINA	ESPESOR (m)
PALEOZOICO	Superior	Formaciones Ambo-Copacabana	950
	Inferior	Formacion Cabanillas	1150
		Formacion Calapuja-Chagrapí	3000
JURASICO	Superior	Formacion Muni	120
	Inferior		
CRETACICO	Superior	Grupo Moho	980
		Formacion Ayabacas	50
		Formacion Huancané	260

SW

NE

Fuente: Espesores tomados de Vargas, 1974; Laubacher, 1978; Batty&Jaillard, 1985, Benavides, 1991; INGEMMET&BGS, 1991; Sempere&Acosta, 2004; Jacay, 2005.

Figura 23. Variaciones en la cuña Paleozoica. A. Localización de la sección estratigráfica. B. Cuña Paleozoica construida. Sc (Subcuenca)

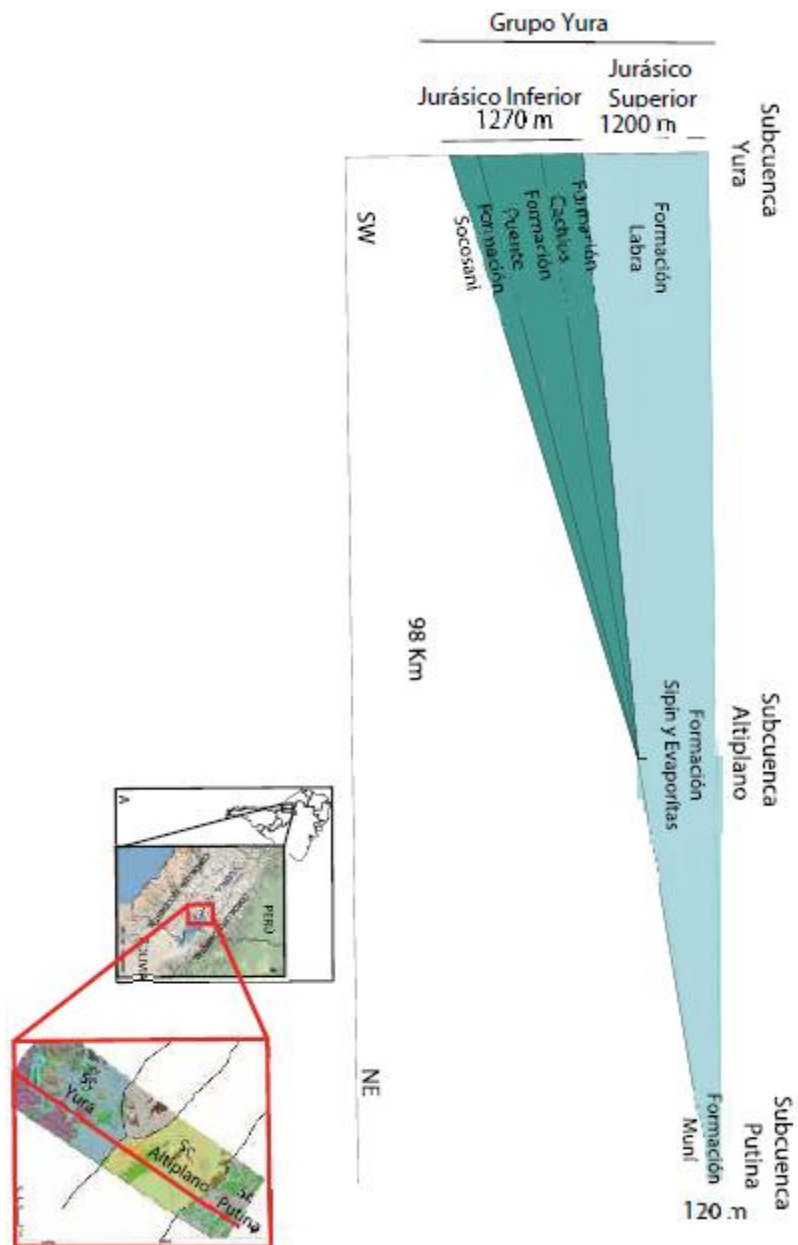


Cuña Triásica- Jurásica

Una vez revisada la información disponible (Vargas, 1974; INGEMMET&BGS, 1991; Jaillard&Santander, 1992; Sempere & Acosta., 2004) se infiere que para la secuencia Triásica no existe registro estratigráfico en toda la cuenca. El análisis de la cuña Jurásica construida, muestra un depocentro hacia el Suroeste en la subcuenca Yura donde por varios procesos de distensión durante el Jurásico Inferior la cuenca tuvo un mayor desarrollo (Jacay, 2005) y por consiguiente un mayor espacio de acomodación, depositándose aproximadamente 1270 m de sedimentos, pertenecientes al denominado grupo Yura (Figura 24). Este grupo está conformado de base a techo por las siguientes formaciones: Formación Socosani correspondiente a carbonatos marinos someros depositados en un ambiente de plataforma, formación Puente correspondiente a sedimentos turbidíticos y la Formación Cachios correspondiente a depósitos marinos profundos y de prodelta (Vargas, 1974; Sempere & Acosta., 2004; Jacay, 2005). El desarrollo de esta subcuenca hizo parte de la evolución sedimentaria paralela a la de la cuenca Arequipa (Jaillard&Santander, 1992).

Se plantea que la depositación del Jurásico superior se llevó a cabo sobre la paleogeometría configurada en el Jurásico Inferior creando un acuñaamiento de Suroeste a Noreste. Debido a esto la Formación Labra (areniscas deltaicas a marinas someras), se depositaron en la subcuenca Yura con un espesor de 1200 m (Figura 24), disminuyendo su espesor en la subcuenca Altiplano a 665 m de evaporitas según lo registran los núcleos del pozo Coata-1x (Perupetro, 2007). Esta sucesión de evaporitas continuó adelgazándose hacia el Noreste hasta llegar a un espesor de 120 m donde recibió el nombre de Formación Muní en la subcuenca Putina.

Figura 24. Variaciones en la cuña Jurásica. A. Localización de la sección estratigráfica. B. Cuña Jurásica construida. Sc (Subcuenca).



Cuña Cretácica

La configuración de la cuña Cretácica construida, muestra dos depocentros uno en la Subcuenca Yura donde se depositaron 1160 m de sedimentos y otro en la

Subcuenca Putina donde se depositaron 1290 m de sedimentos. La subcuenca Altiplano se presenta como un alto donde se depositaron 350 m (Figura 25). Durante el Cretácico Inferior prevalecieron eventos de subsidencia en la subcuenca Yura (Jacay, 2005), depositándose de base a techo las formaciones Gramadal (Calizas), Hualhuani (areniscas), Murco (intercalaciones de areniscas y shales) y Huambo (shales e intercalaciones de areniscas). Durante un periodo de relativa estabilidad de la cuenca en el intervalo Albiano-Turoniano, se depositaron las Formaciones Huancané y Ayabacas compuestas por areniscas y secuencias calcáreas de plataforma pertenecientes a una importante transgresión marina (Jaillard, 1995). Es por ello que la formación Ayabacas compuesta de calizas es un importante marcador regional en la cuenca. Posterior a la depositación de estas secuencias se empieza a generar un importante pulso de subsidencia que desplazó el depocentro hacia el noroeste en la subcuenca Putina depositándose alrededor de 980 metros de shales, areniscas y limolitas pertenecientes al grupo Moho y simultáneamente se presentaron deformaciones tectónicas sinsedimentarias en la subcuenca del altiplano, pertenecientes a eventos distensivos en la formación Ayabacas, donde se observan olistostromos y una disposición caótica de estructuras (Sanchez, et al., 2004).

Las variaciones de espesor tanto en la subcuenca Putina (1160 metros), subcuenca Altiplano (350 metros) y subcuenca Putina (1290 metros) permiten inferir una zona positiva poco subsidente en el área de la subcuenca del Altiplano (Jaillard, 1995; Sempere & Acosta., 2004). En la figura 26 se puede observar como la cuenca Titicaca ha presentado una evolución geológica en la cual se han configurado diversas geometrías de la cuenca a lo largo de tiempo geológico.

Figura 25. Variaciones en la cuña Mesozoica. A. Localización de la sección estratigráfica. B. Cuña Paleozoica construida. Sc (Subcuenca).

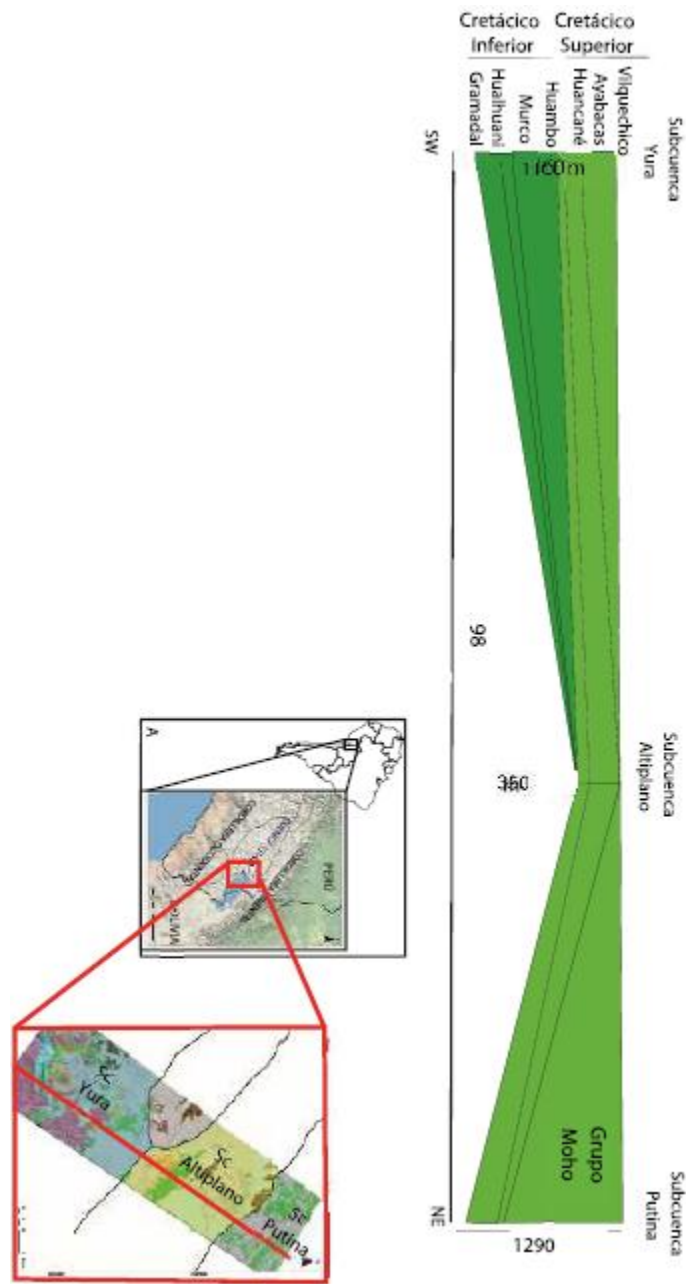
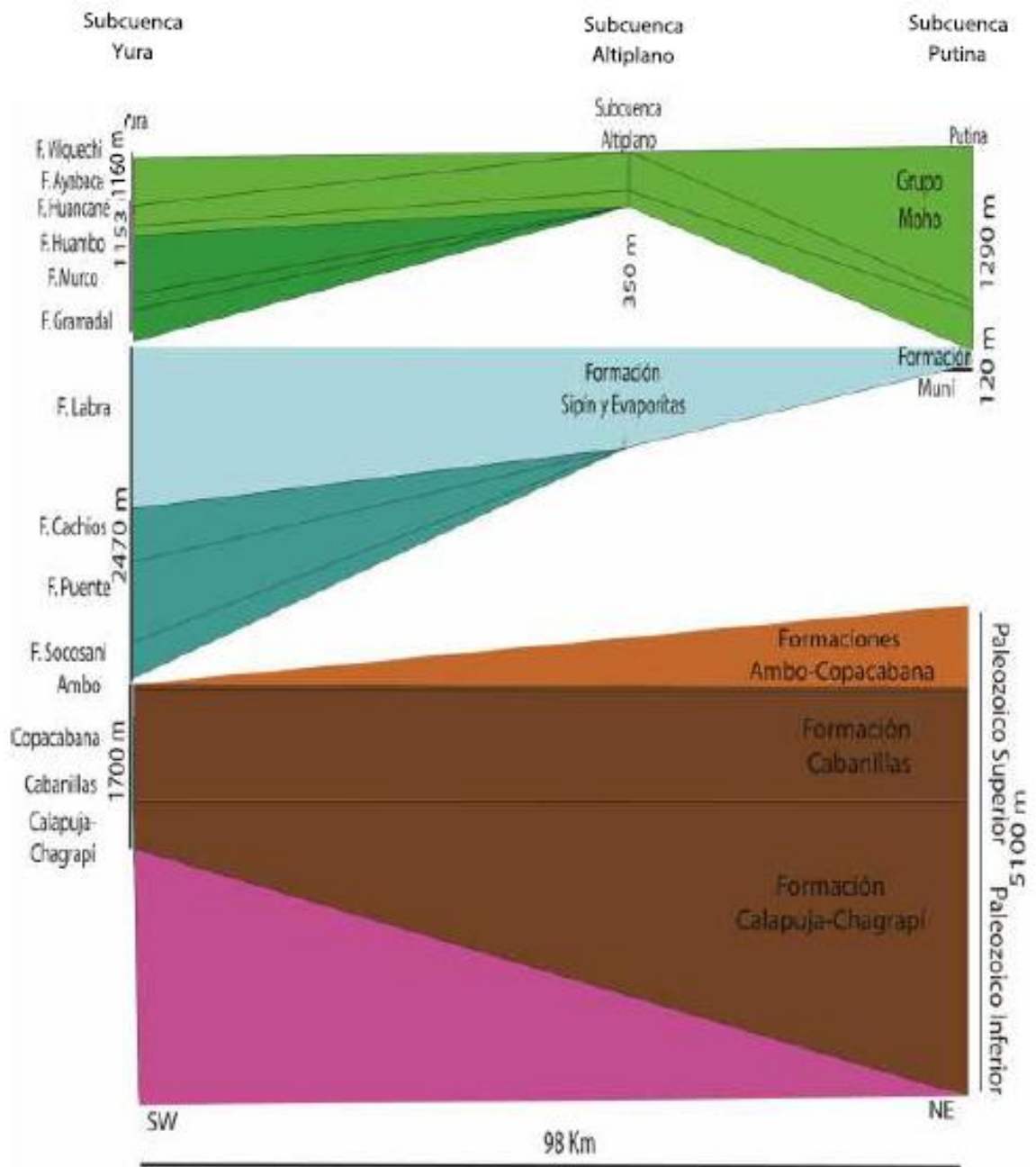


Figura 26. Variación estratigráfica regional (Síntesis de las cuñas estratigráficas presentes en el área de estudio).



4.3 ESTILOS ESTRUCTURALES

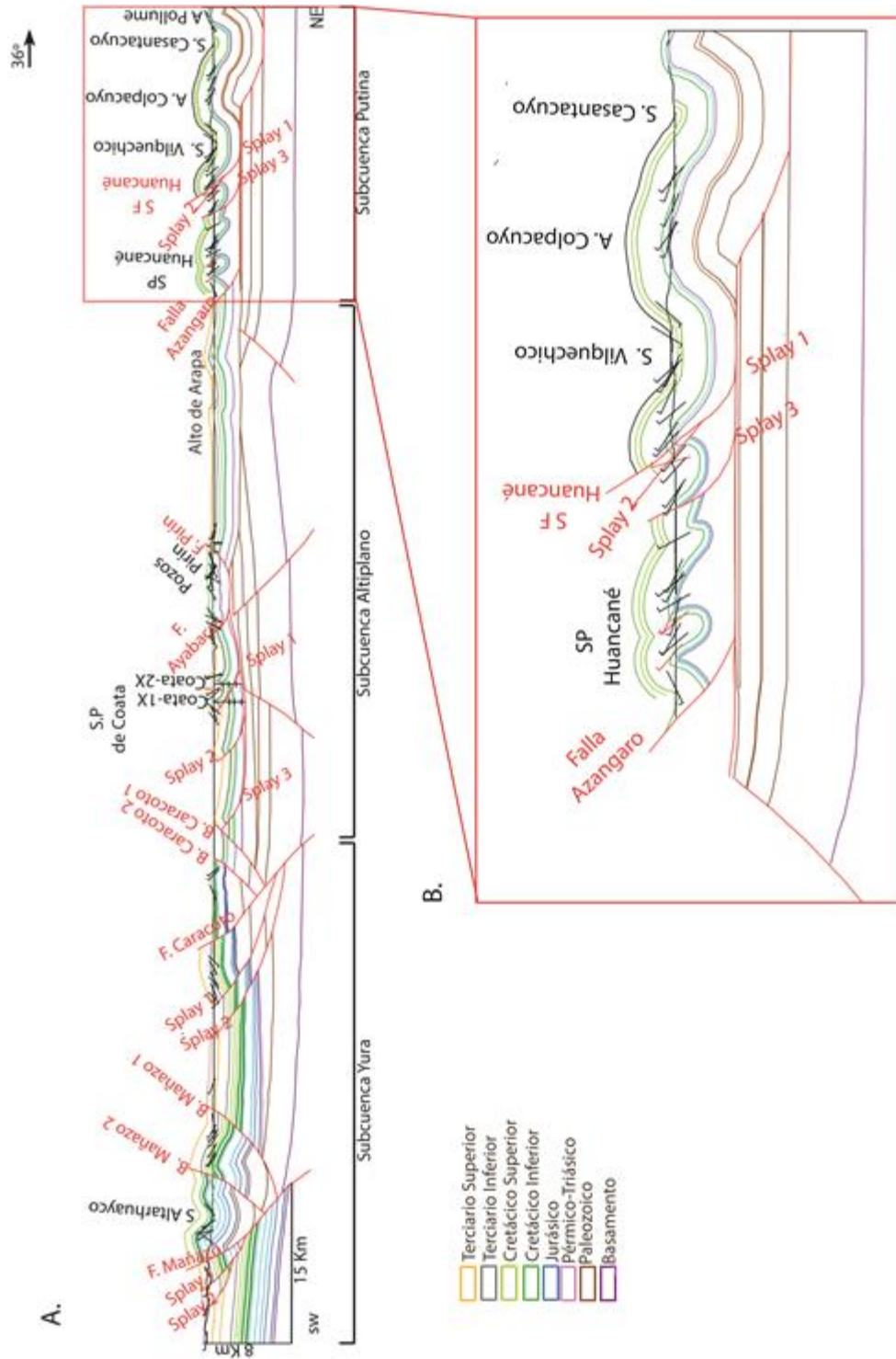
4.3.1 Modelo Estructural Regional A lo largo de las secciones estructurales construidas se pueden observar tres dominios estructurales, que corresponden con los límites de tres subcuencas: Dominio Subcuenca Putina, Dominio Subcuenca Altiplano y Dominio Subcuenca Yura (Figura 27). Los límites entre estas tres subcuencas corresponden a las fallas de tipo regional: Falla Azangaro, separa la subcuenca Putina de la Subcuenca Altiplano y el retrocabalgamiento de Caracoto que separa la Subcuenca Altiplano de la subcuenca Yura. El modelo estructural refleja el modelo estratigráfico de cuñas con que se construyó según el pinchamiento o engrosamiento de las unidades estratigráficas.

Tanto el dominio estructural de la subcuenca Putina como el dominio estructural de la subcuenca Altiplano, existe un desacople entre el estilo estructural Paleozoico con respecto al estilo estructural presente en la sucesión Mesozoica. En el periodo Paleozoico existe una tectónica de basamento afectado por fallas de alto ángulo, que afecta toda la secuencia Paleozoica, algunas de estas fallas se reactivaron quedando fosilizadas por debajo de la secuencia Jurásica. Resalta como estructura regional el alto de Arapa, que hace parte de una estructura anticlinal de longitud de onda larga y una serie de horst y graben. La tectónica presente en la subcuenca Yura se caracteriza por una serie de fallas de alto ángulo asociadas a diversos retrocablagamientos, que deriva en una tectónica de bloques compleja.

4.3.2 Estilos estructurales Subcuenca Putina Esta subcuenca está limitada hacia el Suroccidente por la falla Azangaro. En general se presenta una secuencia Mesozoica plegada y fallada con baja complejidad estructural y ejes continuos con dirección NW-SE (Figura 8). En dirección Noreste a Suroeste se presentan una serie de anticlinales y sinclinales simétricos de longitud de onda larga como son el sinclinal de Casantacuyo, anticlinal de Colpacuyo y el sinclinal de Vilquechico (Figura 28). A partir del sistema de fallas de Huancané se presenta una serie de plegamientos asimétricos y de longitud de onda corta, denominados en este estudio el sistema de plegamientos de Huancané, estas estructuras presentan flancos invertidos. Las falla presentes son de alto ángulo, inversas y presentan una vergencia Suroeste.

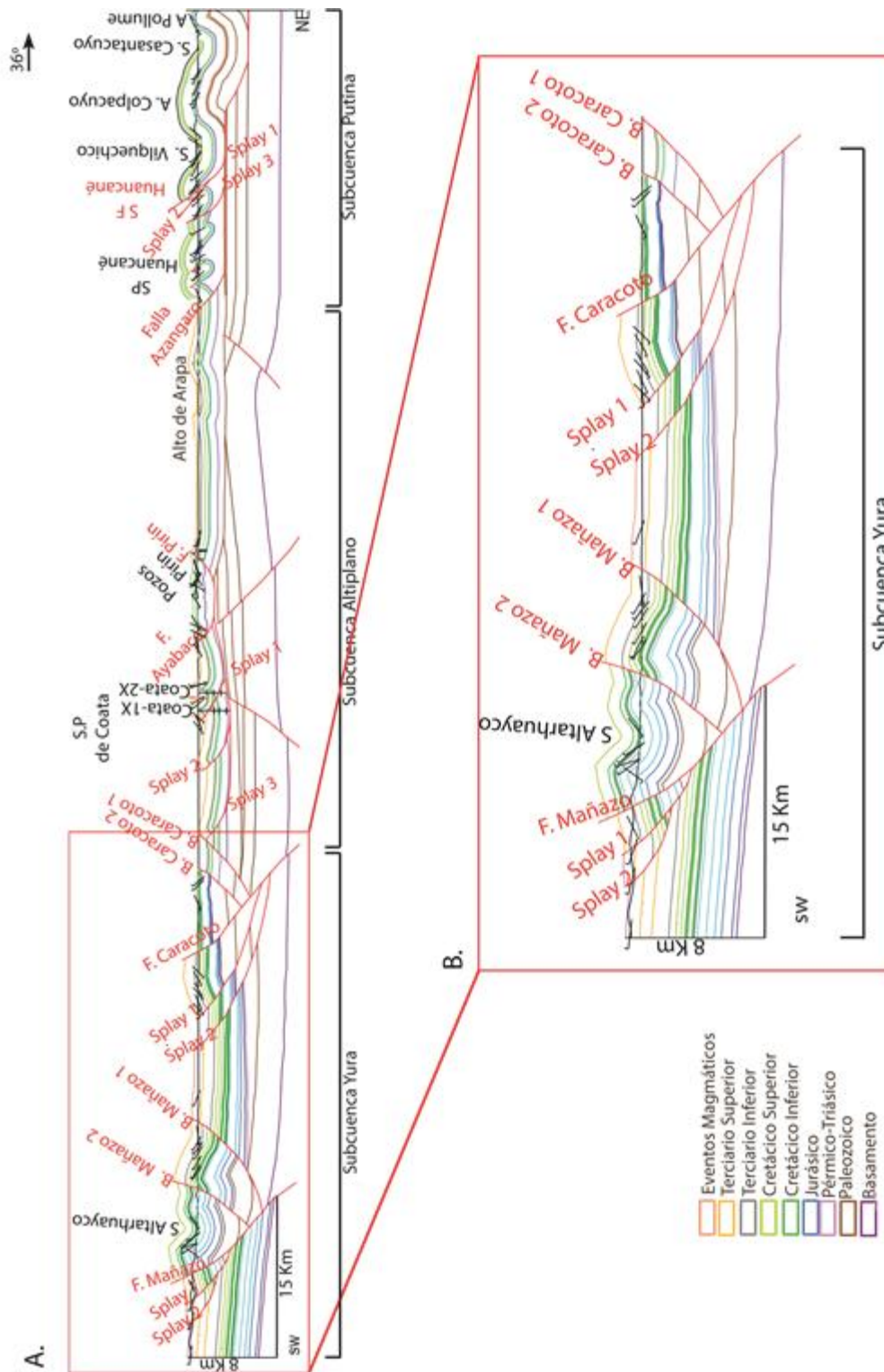
4.3.3 Estilos estructurales Subcuenca Altiplano Esta subcuenca se encuentra limitada hacia el Noreste por la falla de Azangaro y hacia el Suroeste por el backthrust Caracoto. El sistema de plegamientos de Coata se caracteriza por ser una serie de anticlinales asimétricos que en algunos casos presentan flancos invertidos y de altos ángulos de buzamiento como es el caso de las estructuras donde se perforaron los pozos Coata-1X y Coata-2X. En general sus ejes son continuos y tienen una dirección NW-SE (Figura 8 y 29). Las fallas presentes son una serie de fallas satélite denominados en este estudio Splay 1, Splay 2 y Splay 3, estas son fallas de bajo ángulo conectadas a un despegue intrajurásico con vergencia Suroeste las cuales son responsables de formar el sistema de plegamientos de Coata. Tanto La falla Ayabacas que es una falla de bajo ángulo con vergencia Suroeste como la falla Pirín que es una falla de bajo ángulo con vergencia Noreste están conectadas al despegue intrajurásico regional.

Figura 28. Estilos estructurales Subcuenca Putina. A. Sección estructural Regional B. Estilos estructurales presentes en la Subcuenca Putina.



4.3.4. Estilos estructurales Subcuenca Yura La subcuenca Yura se encuentra ubicada en la parte Suroccidental del área de estudio y hace parte del Límite Oriental de la Cordillera Occidental, se encuentra limitada hacia el Noreste por el backthrust Caracoto. Las estructuras presentes en esta subcuenca corresponden a una serie de anticlinales y sinclinales apretados con flancos que tienen buzamientos altos y cuya dirección de sus ejes es Este-Oeste (Figura 30). La falla de Caracoto corresponde a una falla de alto ángulo que arranca en el basamento, tiene una vergencia Suroeste de la cual se desprenden una serie de fallas secundarias denominadas Backthrust Caracoto 1 y Backthrust Caracoto 2 que también corresponden a fallas de alto ángulo con vergencia Noreste y los Splay 1 y Splay 2 con vergencia Suroeste. La falla Mañazo corresponde a una falla de alto ángulo que arranca en el basamento con vergencia Suroeste de la cual se desprenden el backthrust de Mañazo 1 y el backthrust de Mañazo 2 las cuales son fallas secundarias de alto ángulo con vergencia Noreste y los Splay 1 y Splay 2 que corresponden a fallas de alto ángulo con vergencia Suroeste.

Figura 30. Estilos estructurales Subcuenca Yura. A. Sección estructural Regional B. Estilos estructurales presentes en la Subcuenca Yura.



4.4 CINEMATICA

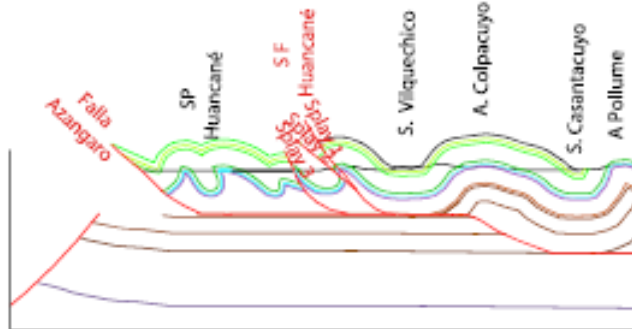
El estilo estructural de la sucesión Paleozoica presenta una tectónica de piel gruesa con fallas que involucran basamento. Se observan episodios distensivos que fueron los responsables de generar horts y grabens que posteriormente fueron reactivados mediante eventos compresivos post-paleozoicos, creando una tectónica de inversión como es el caso de la subcuenca Yura y la Formación del Alto de Arapa en la subcuenca Altiplano el cual posteriormente sufrió procesos erosivos (Figura 27). Tanto en la subcuenca Altiplano como en la subcuenca Yura durante el periodo Jurásico, se deposita una capa con presencia de evaporitas que presenta marcados cambios de espesor debido a que se depositó sobre una paleogeografía formada por la tectónica Paleozoica y a la presencia de eventos tectónicos distensivos para este periodo de tiempo. Esta capa se convierte en la capa de despegue regional responsable de la deformación post Jurásica y del desacople estructural entre la secuencia Paleozoica y Mesozoica en estas subcuencas. La subcuenca Yura presenta una tectónica de piel gruesa relacionada a una tectónica de rumbo e inversión de las fallas principales, Falla Caracoto y Falla Mañazo; debido a la reactivación de diferentes eventos compresivos post-paleozoicos. La dirección de acortamiento es Noreste-Suroeste con un acortamiento total de la sección regional del 19%.

4.4.1 Cinemática subcuenca Putina En la subcuenca Putina se presenta una faja plegada y fallada que afecta rocas Mesozoicas, deformadas por eventos compresivos post-Cretácicos asociados a la orogenia Peruana (Figura 31). Los pliegues de longitud de onda larga como el Anticlinal de Pollume, sinclinal Casantacuyo, anticlinal Colpacuyo y el Sinclinal de Vilquechico corresponden a pliegues formados por fault bend fault con un nivel de despegue en el Paleozoico inferior afectando rocas Paleozoicas hasta rocas de edad Cretácico Superior. El sistema de fallas de Huancané conformado por fallas secundarias que se desprenden del despegue intrajurásico denominadas Splays 1,2 y 3 afectan la

secuencia sedimentaria Mesozoica. A partir de este sistema de fallas, se presenta el sistema de plegamientos de Huancané, que son una serie de pliegues de despegue formados por el despegue intrajurásico y limitados por la falla regional Azangaro que sirvió como límite tectónico para esta subcuenca. Se realizó la restauración de la secuencia Mesozoica mediante los métodos Flujo Paralelo a la Falla y Deslizamiento Flexural. El primer paso en la restauración consistió en remover el desplazamiento del sistema de fallas de Huancané, midiéndose los siguientes desplazamientos a través del plano de falla. Splay 1: 550 metros, Splay 2: 551 metros y Splay 3: 1117 metros. El segundo paso consistió en realizar un unfold o flatten al tope del Cretácico Superior con el fin de medir el acortamiento de la secuencia Mesozoica dando como resultado un acortamiento del 25%.

Figura 31. Restauración Subcuenca Putina. A. Estado presente de la deformación, B. Sistema de fallamientos de Huancané con el desplazamiento removido. C. Restauración final Datum: Cretácico Superior.

A. Estado Inicial (Estado presente)

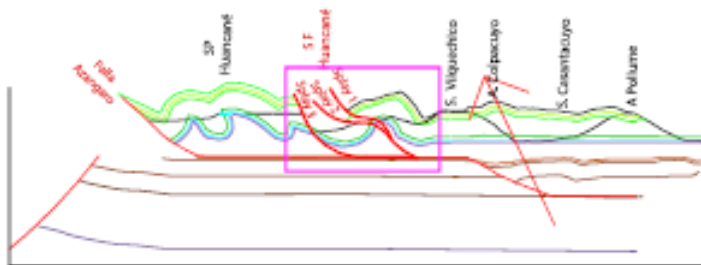


B. Sistema de fallamientos Huancané (Desplazamiento removido)

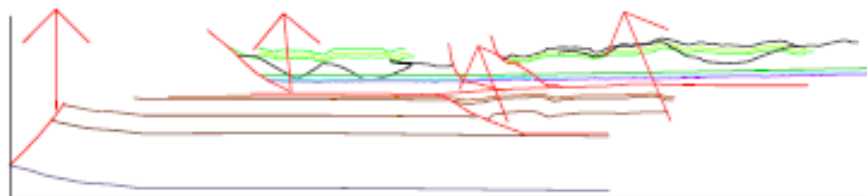
Splay 1: 550 metros

Splay 2: 551 metros

Splay 3: 1117 metros



C. Restauración del Cretácico superior - Horizontalización (Unfold al tope de la Formación Ayabacas)

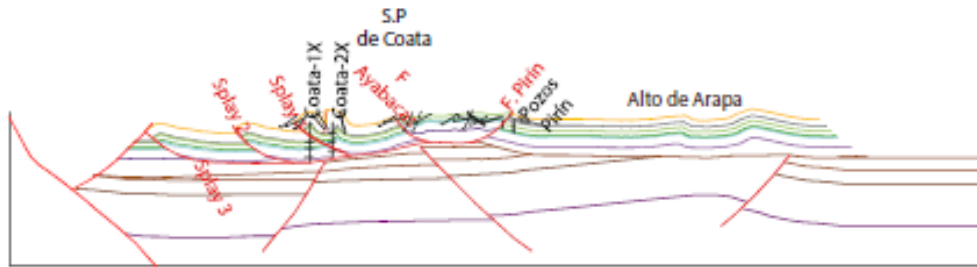


4.4.2 Cinemática Subcuenca del Altiplano El sistema de plegamientos de Coata que involucra rocas Jurásicas hasta Eocenas (Grupo Puno), se formó por una serie de fallas satélite inversas o Splays que se desprenden de un nivel de despegue somero intrajurásico. El alto de Arapa, produce basculamiento sobre la subcuenca Altiplano donde levanta y profundiza la subcuenca, rotando pasivamente estas fallas. La edad relativa de deformación es post- Cretácico asociado a la tectónica compresional del levantamiento Andino (Figura 32). Tanto la falla Pirín como la falla Ayabacas son fallas asociadas al nivel de despegue somero intrajurásico. La falla Pirín pone en contacto rocas Cretácicas con rocas Paleocenas y está directamente relacionada con la acumulación de hidrocarburos en el campo Pirín. La falla Ayabacas afecta la secuencia Mesozoica hasta cortar la formación Ayabacas que está representada por calizas que en superficie muestran estructuras caóticas y definitivamente no reflejan las estructuras que se encuentran en profundidad. Estas fallas presentan una edad relativa de movimiento post-paleozoica –Eocena.

Se realizó la restauración de la secuencia Mesozoica mediante los métodos Flujo Paralelo a la Falla y Deslizamiento Flexural. Su restauración al igual que la restauración de la subcuenca Putina, se realizó para las unidades que suprayacen el Paleozoico debido al desacople estructural tanto por debajo como por encima del despegue regional intrajurásico. El primer paso en la restauración consistió en remover el desplazamiento del sistema de fallas de Coata que consiste en el Splay 1, 2 y 3 y las fallas Ayabacas y Pirin (Figura 32). Dando los siguientes desplazamientos: Splay 1:1157 metros, Splay 2: 710 metros y Splay 3: 500 metros, falla de Ayabacas: 750 metros y falla de Pirin: 1077 metros. Se realizó una horizontalización de las formaciones al tope de la formación Ayabacas. Obteniéndose un acortamiento del 24%.

Figura 32. Restauración Subcuenca Altiplano. A. Estado presente de la deformación, B. Sistema de fallamientos de Coata y Falla de Ayabacas y Pirín con el desplazamiento removido. C. Restauración final Datum: Cretácico Superior.

A. Estado Inicial (Estado presente)

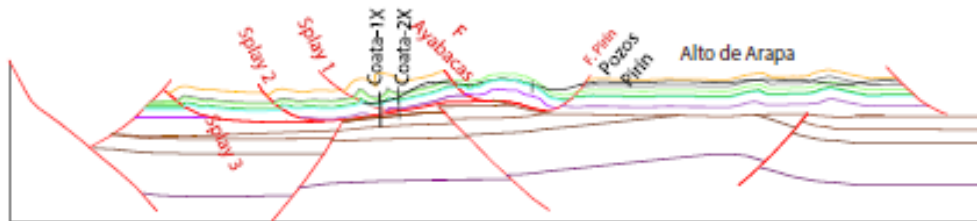


B. Sistema de fallamientos Coata (Desplazamiento removido)

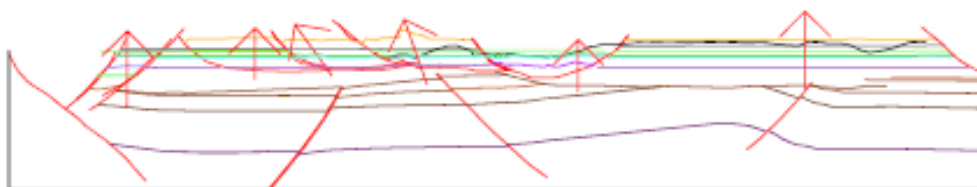
Splay 1: 1157 metros

Splay 2: 710 metros

Splay 3: 500 metros



C. Restauración del Cretácico superior - Horizontalización (Unfold al tope de la Formación Ayabacas)



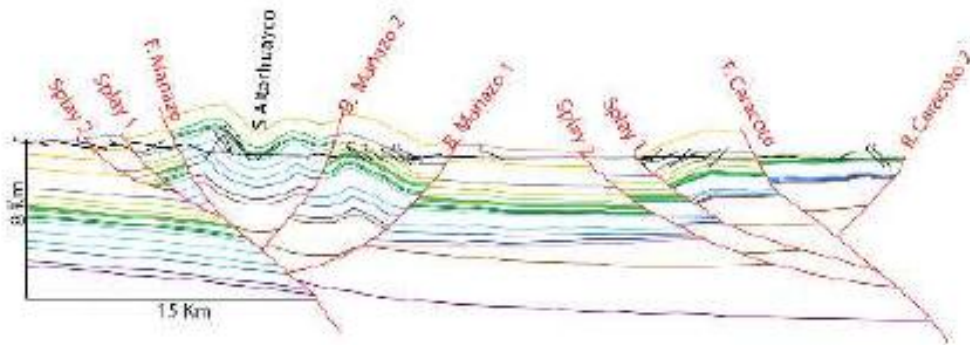
4.4.3 Cinemática Subcuenca Yura La geometría de las estructuras encontradas en la Subcuenca Yura muestra una combinación de tectónica de inversión y movimientos de rumbo. Se presentan dos fallas principales de inversión: Falla de Caracoto y Falla Mañazo las cuales formaron un graben durante los eventos

distensivos en el Paleozoico (Figura 33). Posteriormente se presentó la reactivación de estas fallas durante los diferentes eventos compresivos post-cretácicos asociados a la Orogenia Peruana, formándose fallas secundarias tipo retro-cabalgamiento (Backthrust) y fallas satélite (Splay) así: de la falla Caracoto se desprenden el backthrust de Caracoto 1 y 2 y los Splay de Caracoto 1 y 2 y de la falla de Mañazo se desprenden el backthrust Mañazo 1 y el backthrust de Mañazo 2 junto con el splay de Mañazo 1 y el Splay de Mañazo 2. Estos retrocabalgamientos fueron los responsables de poner en superficie el Cretácico Superior y de generar el plegamiento más reciente; como lo es el sinclinal de Altarhuayco que es una estructura que se puede identificar claramente en superficie y que como particularidad dentro de las estructuras presentes en esta área, presenta un eje cuyo rumbo es Este –Oeste a diferencia de la dirección preferencial Noreste-Suroeste que presentan en general las estructuras en el área de estudio.

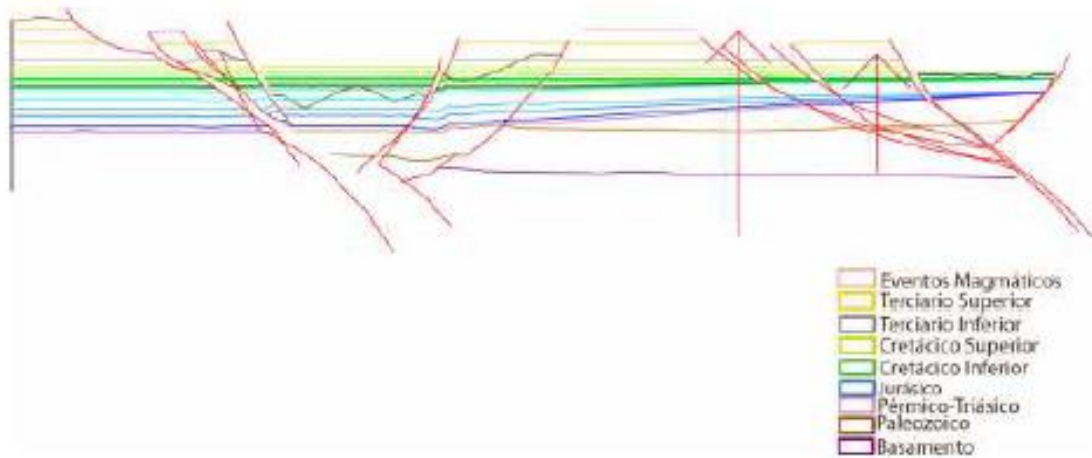
La subcuenca Yura fue restaurada mediante el algoritmo Deslizamiento Flexural. Esta restauración se realizó para toda la secuencia sedimentaria desde el Paleozoico hasta el reciente debido a la tectónica de bloques con influencia de tectónica de rumbo que presenta esta subcuenca. En esta subcuenca a diferencia de las subcuenca Putina y Altiplano no se encuentra el despegue intrajurásico, predominando fallas de alto ángulo con numerosos retrocabalgamientos y fallas satélite. Se realizó un único paso de restauración del estado inicial al estado final mediante una horizontalización al tope de la formación Ayabacas, midiéndose un acortamiento del 10%.

Figura 33. Restauración Subcuenca Yura. A. Estado presente de la deformación B. Restauración final al tope del Cretácico Superior.

A. Estado Inicial (Estado presente)



B. Restauración del Cretácico superior - Horizontalización (Unfold al tope de la Formación Ayabacas)

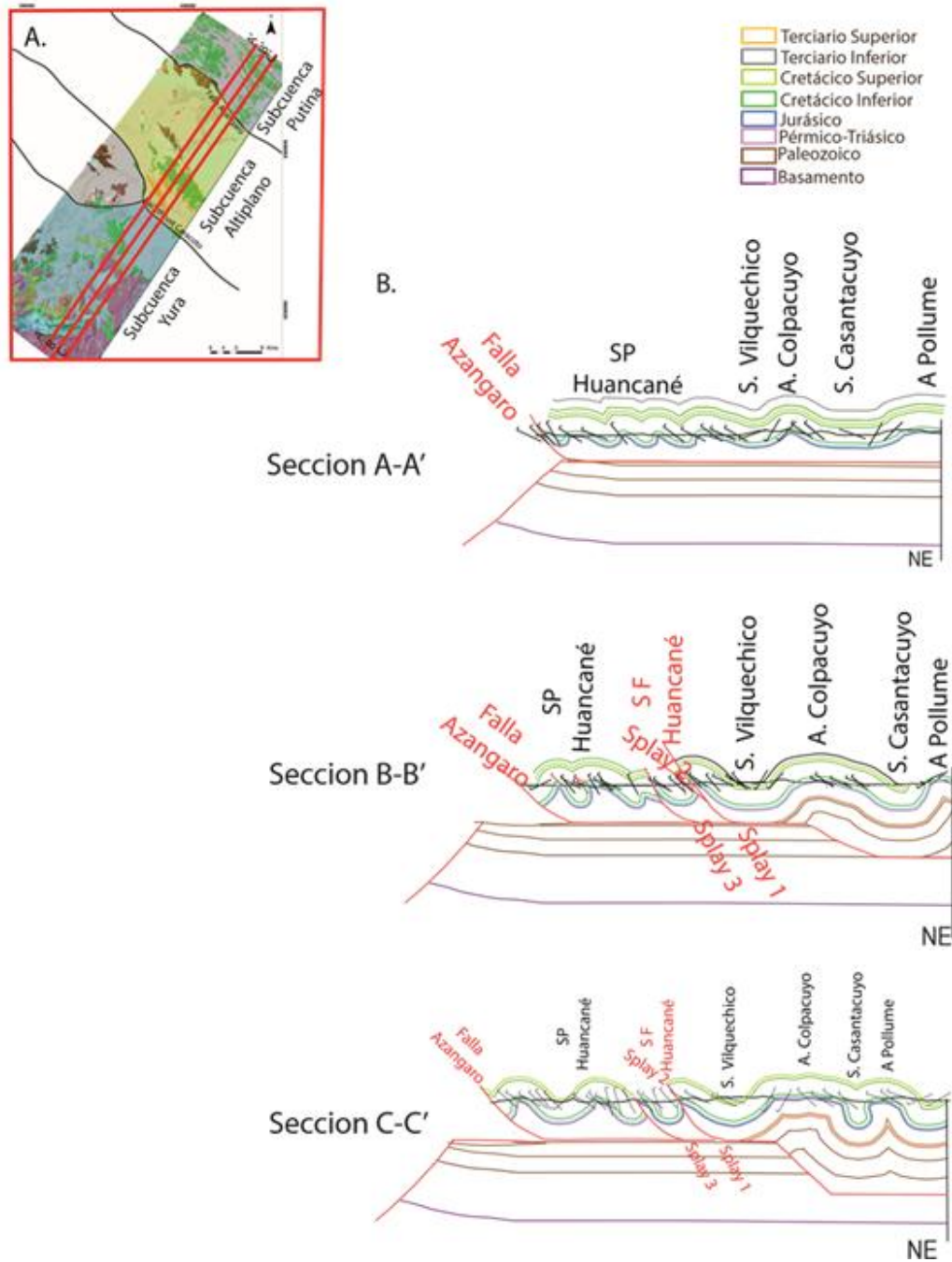


4.4.4 Continuidad de los estilos estructurales en la subcuenca Putina El modelo estructural a través de las secciones estructurales construidas muestra como el sistema de fallamientos de Huancané (Figura 34), pierde salto hacia el

Noroeste (Secciones C-C' y B-B') hasta el punto de desaparecer en la Sección A-A'. El sistema flat-rampa-flat que afecta tanto la secuencia Paleozoica como la secuencia Mesozoica al igual que el sistema de fallamientos de Huancané pierde salto hacia el Noroeste hasta desaparecer en la sección A-A'.

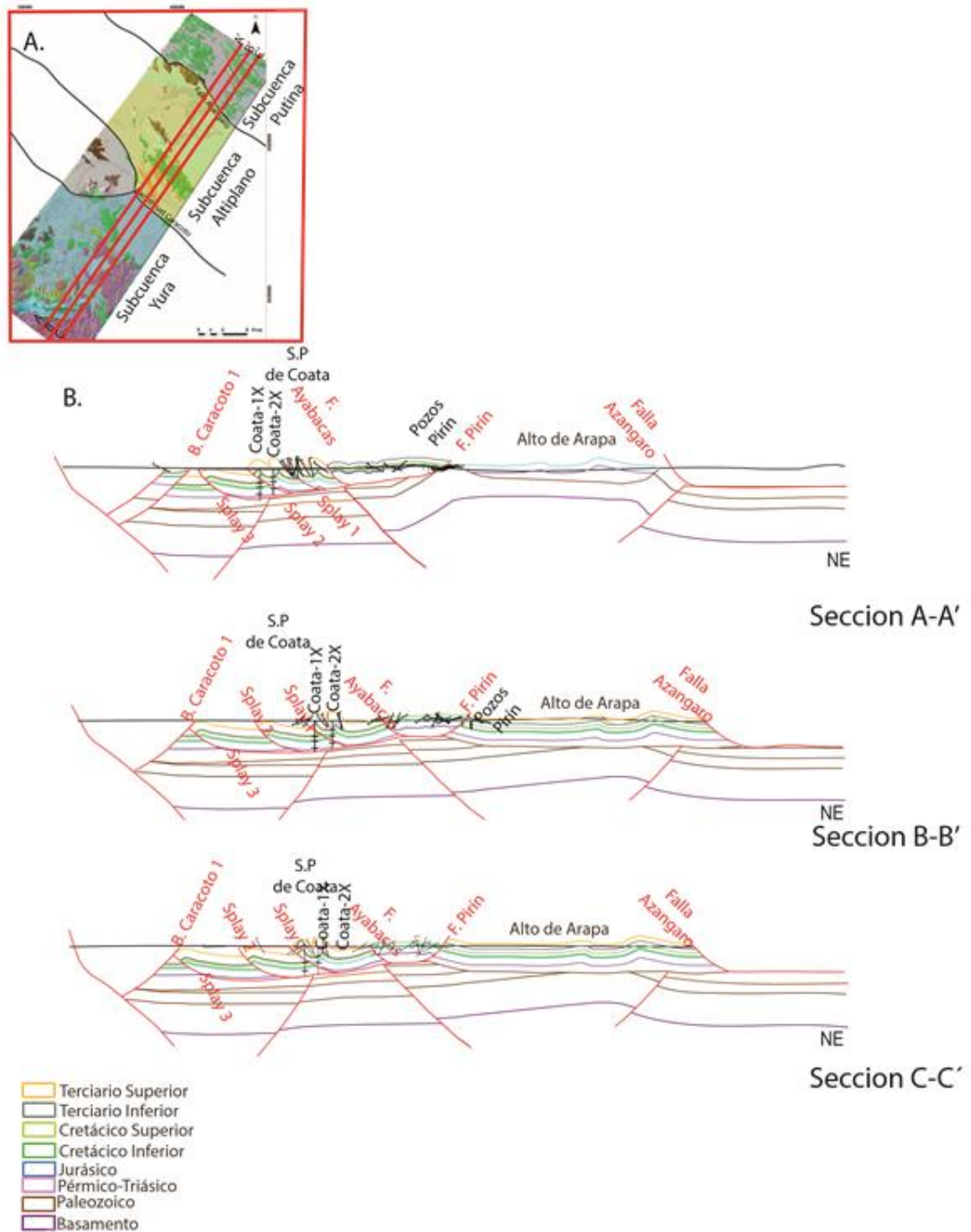
Hacia el Sureste (Secciones A-A', B-B', C-C') las estructuras se encuentran más deformadas presentando ángulos de buzamientos más altos y flancos invertidos, resultando en estructuras más apretadas.

Figura 34. Continuidad de los estilos estructurales Subcuenca Putina. A. localización de las transectas construidas a través de la subcuenca Putina B. Variación secuencial de los estilos estructurales presentes en la Subcuenca Putina a través de las secciones A-A', B-B', C-C'. SP (Sistema de Plegamientos) SF (Sistema de Fallamientos).



4.4.5 Continuidad de los estilos estructurales en la subcuenca Altiplano El modelo estructural a través de las secciones estructurales construidas presenta una serie de estructuras anticlinales denominados en este estudio Sistema de Plegamientos de Coata, los cuales mantienen una geometría constante a través de las secciones construidas (Figura 35). La falla Pirín hacia el Noroeste aumenta su salto como se puede observar en la secciones C-C' y B-B' y pone en contacto rocas Mesozoicas a ambos lados de la falla a diferencia de la sección A-A' donde pone en contacto rocas Mesozoicas con rocas Paleozoicas. La falla Ayabacas a través de las tres secciones, aumenta su salto de falla hacia el Noroeste y en general pone en contacto rocas Cretácicas y Jurásicas con rocas de edad Terciaria. Los tres Splay asociados al sistema de plegamientos de Coata, mantienen constante su geometría y su salto de falla a través de las tres secciones. Las fallas inversas asociadas al alto de Arapa, presentan hacia el Noroeste un aumento de salto de falla como se observa en la sección A-A' (Figura 35).

Figura 35. Variación secuencial estilos estructurales Subcuenca Altiplano. A. Localización de las transectas construidas a través de la subcuenca Putina B. Variación secuencial de los estilos estructurales presentes en la Subcuenca Altiplano a través de las secciones A-A', B-B', C-C'.



4.4.6 Continuidad de los estilos estructurales en la subcuenca Yura El modelo estructural a través de las secciones estructurales construidas muestra como la falla de Caracoto pierde salto de falla hacia el Noroeste y el Splay 2 asociado a esta falla desaparece en la sección A-A'. Tanto el backthrust 1 como el backthrust 2 de Caracoto mantienen constante su salto de falla en las secciones C-C' y B-B' y disminuyen su salto de falla hacia el Noroeste en la sección A-A' (Figura 36). Tanto La falla Mañazo como el backthrust Mañazo 2 aumentan su salto de falla hacia el Noroeste contrastando con el backthrust Mañazo 1 y el splay 2 los cuales disminuyen su salto de falla hasta desaparecer en la sección A-A'. La estructura más representativa es el sinclinal de Altarhuayco, la cual tiene buzamientos más inclinados hacia el Sureste, donde se va volviendo una estructura más apretada. (Figura 36).

Figura 36. Variación secuencial estilos estructurales Subcuenca Yura. A. Localización de las transectas construidas a través de la subcuenca Putina B. Variación secuencial de los estilos estructurales presentes en la Subcuenca Yura a través de las secciones A-A', B-B', C-C'.

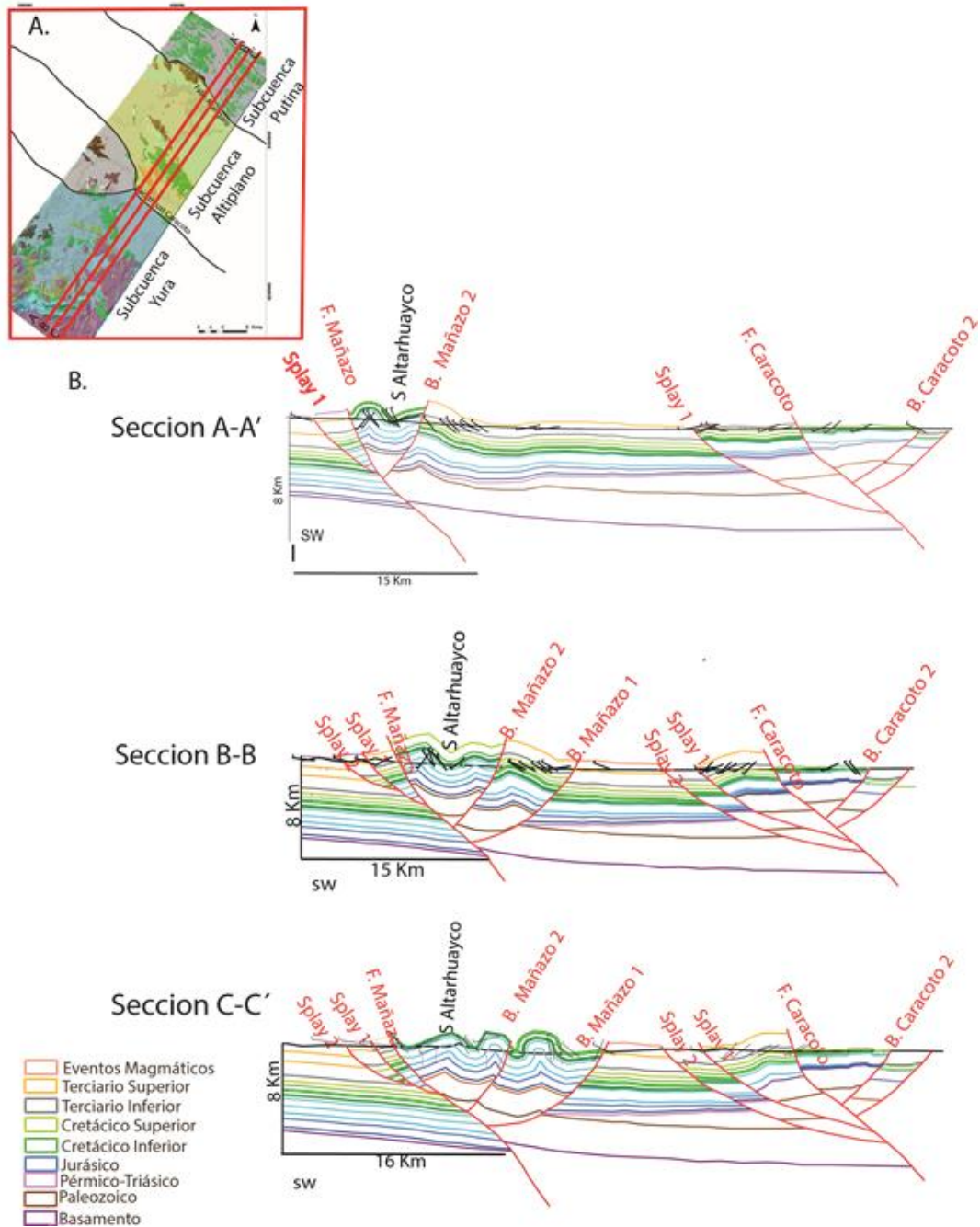
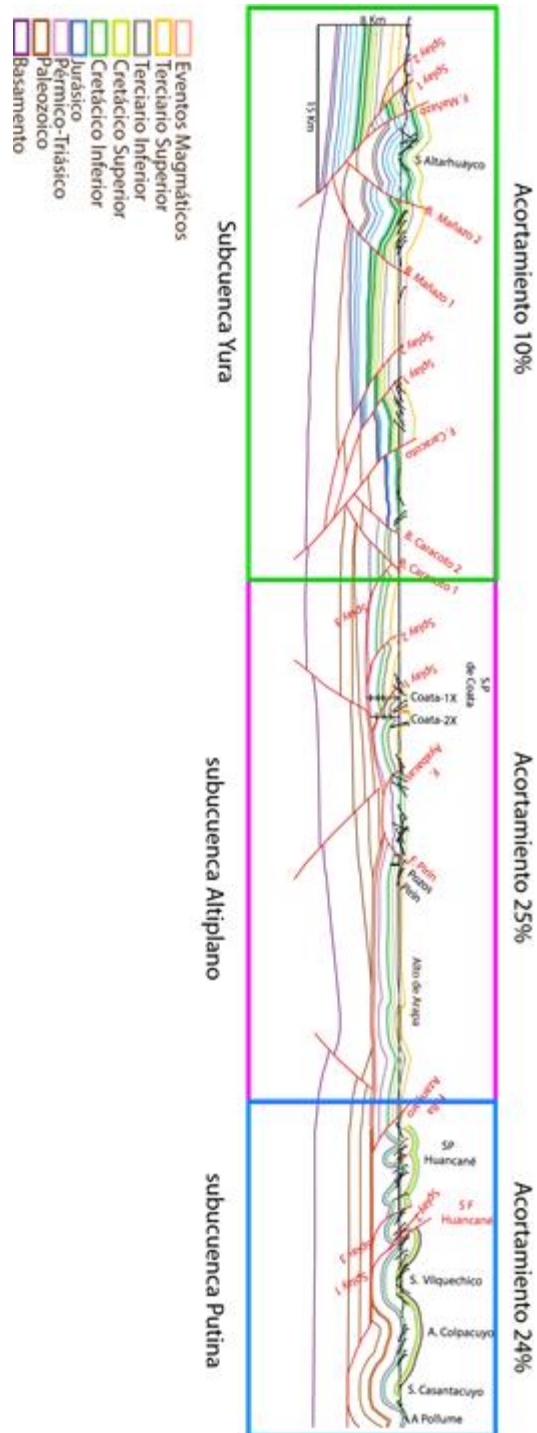


Figura 37. Acortamientos medidos para cada Subcuenca



5. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como propósito construir un modelo estructural, mediante el análisis de transectas secuenciales y técnicas de balanceo; con el propósito de indagar la variación en los estilos estructurales, geometría y cinemática en un área ubicada al Noroeste del Lago Titicaca. Para lograr este objetivo se investigó la configuración tanto estratigráfica como estructural de la cuenca. Así de los resultados obtenidos, se puede deducir que tanto la geometría como la distribución de la estratigrafía en el área de estudio, varían de acuerdo a una serie de cuñas estratigráficas que presentan diversas configuraciones a través de la evolución geológica de la cuenca. También se pudo deducir que esta variación estratigráfica junto a la existencia de fallas regionales que actuaron como límites tectónicos o barreras de esfuerzo de deformación, originaron la existencia de dominios tectónicos, cada uno con diferentes estilos estructurales, ratificando lo expuesto por Rodríguez et al. (2000). Estos dominios estructurales coinciden con el desarrollo de subcuencas interpuestas con cierto grado de independencia estructural corroborando lo expuesto por INGEMMET&BGS, 1991.

Con los resultados obtenidos fue posible ratificar la hipótesis propuesta, mediante la cual se postuló que los estilos estructurales están condicionados, tanto por el modelo estratigráfico como por la existencia de tres dominios estructurales. La anterior premisa se corrobora principalmente por la influencia de la cuña Jurásica, la cual contiene una capa de despegue regional, en las Subcuencas Putina y Altiplano, donde genera la combinación de estilos estructurales tanto de piel delgada como de piel gruesa; en contraste con la Subcuenca Yura, donde esta capa desaparece, creando un cambio drástico de estilo estructural.

Se confirma la posibilidad de movimientos de rumbo, evidenciado principalmente en la geometría de las estructuras propuestas en la subcuenca Yura.

Aunque el modelo propuesto por Jaillard&Santander, 1992, para el área de Mañazo, en la Subcuenca Yura, determina un acortamiento del 40% ,asociado principalmente a zonas de pliegues y cabalgamientos, sin descartar posibles movimientos de rumbo. El modelo propuesto en este estudio, postula el predominio de tectónica de rumbo sobre la de cabalgamientos, razón por la cual se determina un acortamiento del 10%.

Si bien existen algunos modelos estructurales en el área de estudio, como los realizados por Rodriguez et al. (2010) y Perupetro, 2003 (Figura 7), estos modelos no tienen en cuenta las variaciones de espesores (Modelo de cuñas estratigráficas); esto sumado a que estos modelos no integran bases de datos tanto multiescalas como mutitemporales, permite postular un nuevo modelo estructural, el cual podrá ser utilizado y consultado en diversas áreas de la geología.

6. CONCLUSIONES

Se presentan importantes variaciones en la geometría de la cuenca Titicaca a través del tiempo geológico. Dando origen a diferentes depocentros, que han migrado a lo largo del tiempo, permitiendo configurar una serie de cuñas estratigráficas las cuales condicionaron los estilos estructurales.

Las marcadas diferencias tectonoestratigráficas existentes en la cuenca Titicaca han permitido identificar y zonificar tres subcuencas denominadas Subcuenca Putina, Subcuenca Altiplano y Subcuenca Yura (Figura 22).

Las secciones estructurales construidas evidencian una variación en la geometría y cinemática. Se propone un desacople entre los estilos estructurales de la secuencia mesozoica (Piel delgada) y la secuencia Paleozoica (Piel gruesa), tanto en la Subcuenca Putina como en la subcuenca Altiplano. En la Subcuenca Yura se interpretan estructuras en flor positiva, típicas de movimientos de rumbo e inversión (Figuras 28,29 y 30), generadas por los altos ángulos de las fallas principales como la Falla Mañazo y la Falla Caracoto y sus fallas satélite y retrocabalgamientos asociados.

En la subcuenca Putina y Altiplano se presenta un nivel de despegue regional intrajurásico, que gracias a sus facies evaporíticas, determinó el desacople de estilos estructurales pre y post jurásicos; en contraste con la subcuenca Yura donde no existe desacople de los estilos estructurales, ya que no existieron las condiciones de capa de despegue Jurásica (Figura 27).

Como producto del análisis cinemático del modelo estructural regional, se midió un acortamiento en la subcuenca Putina del 25%, en la subcuenca altiplano 24%

y en la subcuenca Yura 10% (Figura 37). Donde la mayor deformación se presenta hacia el Sureste, donde las estructuras son más apretadas con buzamientos más altos e invertidos y saltos de falla mayores.

BIBLIOGRAFIA

ALLMENDINGER, R. W., T. E. JORDAN, S. M. Kay, and B. L. ISACKS The Evolution of the Altiplano-puna plateau of the central Andes: Annual review of earth and planetary science, v.25, 1997 p.139–174.

BABY, P., P. ROCHAT, G. MASCLE, and G. HERAIL, Neogene shortening contribution to crustal thickening in the back arc of the Central Andes: *Geology*, v. 25, no. 10, p. 883–886, 1997 doi:10.1130/0091-7613(1997)025<0883:NSCTCT>2.3.CO;2.

BATTY, E. L. M& E. JAILLARD. EL, La sedimentación neocomiana (Jurásico terminal-Aptiano) en el sur del Peru: 1985 p. 1–15.

BENAVIDES, V. Cuencas Paleozoicas en el Subandino Peruano: ACGGP, 4th Simposio Bolivariano, Exploración petrolera en las Cuencas Subandinas, 1991 p. 1–13.

CARSON AEROGRAVITY INC. Informe Final Interpretación Aerogravimétrica y Aeromagnetométrica-Bloque 141. Cuenca Titicaca, 2009 p.1–47.

COBBING, EJ. The Central Andes: Peru and Bolivia, The Ocean Basins and Margins, 7ª Ed., 1985 p. 219-264.

Costa , C ., AUDEMARD , F ., BECERRA , F ., LAVENU , A ., MACHETTE , M . y PARÍS , G. An Overview of the Main Quaternary Deformation of South America. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 2006 p.461-479.

DAHLSTROM, C.D.A. Balanced cross sections. Canadian Journal of Earth Sciences ,Journal Canadien desSciences de la Terre (Part 1): 1969 p.743-757.

ELLIOTT, D. The construction of balanced cross-sections and their geological significance; a memorial to David Elliott. Pergamon, Oxford-New York, International, 1983 p. 101.

ELGER, K., Analysis of deformation and tectonic history of the Southern Altiplano Plateau (Bolivia) and their importance for plateau formation: Scientific Technical Report, 2003, p. 1–196.

HERMOZA, W., BABY, P, FERNANDEZ, J MARTINEZ, E, Hydrocarbon Exploration in from Intermountain Basin, the Altiplano of the Central Andes: New Play Concept and Petroleum System Logic, Lima, Peru. AAPG Annual Convention, San Antonio, Texas. 2008

HOSSACK, J.R., The use of balanced cross-sections in the calculation of orogenic contraction; a review. Journal of the Geological Society of London, v. 136 no. 6 1979, p. 705-711

INGEMMET&BGS, Geología de la Cordillera Occidental y altiplano al Oeste del Lago Titicaca-Sur del Perú: Lima, Perú, Boletín No.42, 1991, p. 1–257.

INGEMMET, Memorias de los cuadrángulos de Puno, Juliaca, Huancané y Acora. 2001.

JAILLARD, E & SANTANDER, G La tectónica polifásica en escamas de la zona Mañazo-Lagunillas (Puno, Sur del Perú): Boletín Instituto Francés de estudios andinos, v. 21, No. 1, 1992, p. 37–58.

JAILLARD, E., La sedimentación Albiana - Turoniana en el sur del Perú (Arequipa - Puno - Putina). Volumen Jubilar Alberto Benavides ; 1995, pp. 135-157

JACAY, J., Análisis de los depósitos de corrientes de alta densidad de la Formación Puente (Cuenca de Arequipa), sur del Perú. v.8, No.16 2005, p.51-56.

LAUBACHER, G., Estudio Geológico de la región Norte del Lago Titicaca: Lima, Perú, Boletín, No.5, 1978, p. 3–109.

McQUARRIE, N., B. K. HORTON, G. ZANDT, S. BECK, and P. G. DECELLES, Lithospheric evolution of the Andean fold–thrust belt, Bolivia, and the origin of the central Andean plateau: *Tectonophysics*, v. 399, no. 1-4, 2005, p. 15–37, doi:10.1016/j.tecto.2004.12.013.

MEGARD, F., Andean orogenic period and its major structures in central and northern Peru: *Journal of the Geologic Society of London*. v. 141, 1984, p. 893–900.

NEWELL, N. D., *Geology of the Lake Titicaca Region, Peru & Bolivia: The Geological Society of America Memoir* 36, 1949, p. 1–105.

PERUPETRO, *Peruvian Petroleum a Renewed Exploration Opportunity - 2003: 2003*, p.109-115.

PERUPETRO *Potencial y nuevos conceptos exploratorios en la Cuenca Titicaca: Lima, Perú, 2007*, p.1–137.

RILLER, U., & ONCKEN, O, Growth of the central Andean Plateau by tectonic segmentation is controlled by the gradient in crustal shortening. *Journal of Geology*, v.11, 2003, p.367-384.

ROCHAT, P., G. HÉRAIL, P. BABY, and G. MASCLE, Bilan crustal et contrôle de la dynamique érosive et sédimentaire sur les mécanismes de formation de l'altiplano: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science, v. 328, no. 3, 1999, p. 189–195.

ROEDER, D., Structural Geology of Sub-Andean Fold and Thrust Belt in Northwestern Bolivia: 1995, p. 459–479.

RODRÍGUEZ, R., H. ACOSTA, E. CUEVA & V. CARLOTTO, Dominios estructurales en el altiplano y borde Oeste de la Cordillera Oriental del Sur del Perú: XV Congreso del Perú. Resúmenes extendidos, v. 9, 2010, p. 810–813.

SÁNCHEZ, J., M. A. LAGOS, J. JACAY, and B. C. CHACALTANA, Régimen de sedimentación en cuencas distensivas. Las calizas Ayabacas durante el Cretáceo Superior (Zonas de llave, Acora, Ayabacas, Mazo Cruz) Ubicadas en el Sur de Perú: v.7, 2004, p. 48–53.

SELTZER, G. O., P. BAKER, S. CROSS, R. DUNBAR, and S. FRITZ, Evidence for Holocene aridity in the tropical Andes High-resolution seismic reflection profiles from Lake Titicaca , Peru-Bolivia: Evidence for Holocene aridity in the tropical Andes: 1998, doi:10.1130/0091-7613(1998)026<0167.

SEMPERE, T., & ACOSTA, H. Estratigrafía del Mesozoico y Paleógeno al Norte del Lago Titicaca .v.7, 2004, p. 81–103.

SIBOIL, A Prospectivity Review and evaluation of Block 105 Onshore Peru: Lima, Perú, 2008, p.1–28.

VARGAS, L. Geología del Cuadrángulo de Arequipa, Boletín No.24 v. 2, 1974., p. 88–88.

WOODWARD, N.B., BOYER, S.E. and SUPPE, J., Balanced geological cross-sections;an essential technique geological research and exploration. Am, Geophys. Union. Washington, DC, United States, 1989, p.132.

ZÚÑIGA Y RIVERO, F.J., G.D. KLEIN, H. HAY-ROE, AND E. ÁLVAREZ-CALDERON, The hydrocarbon potential of Peru: Lima, Peru: BPZ Exploración & Producción S.R.L., 2010, 338 p.

ANEXOS

Anexo A. Datos estructurales

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	NORMAL	337	247	55	390540.00	8281684.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	330	240	40	388486.00	8283710.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	342	252	34	388706.00	8282862.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	353	83	69	391020.00	8282754.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	320	50	60	389485.00	8285536.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	335	245	65	391483.00	8283590.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	335	65	27	381574.00	8278430.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	0	270	10	374765.00	8268506.00	3834.00
CAMPO_2012	NORMAL	50	140	70	376495.00	8270213.00	3832.00
CAMPO_2012	NORMAL	320	230	26	377966.00	8271419.00	3908.00
CAMPO_2012	NORMAL	50	140	30	377418.00	8272604.00	3971.00
CAMPO_2012	NORMAL	35	305	85	377553.00	8272650.00	3950.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	NORMAL	42	313	81	376633.00	8272234.00	3884.00
CAMPO_2012	NORMAL	70	160	85	375653.00	8273666.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	60	150	85	375648.00	8273660.00	3854.00
CAMPO_2012	NORMAL	45	135	25	378243.00	8275072.00	3848.00
CAMPO_2012	NORMAL	100	190	25	378448.00	8275072.00	3850.00
CAMPO_2012	NORMAL	305	215	45	370431.00	8263666.00	3844.00
CAMPO_2012	NORMAL	317	228	82	385675.00	8290245.00	3838.00
CAMPO_2012	NORMAL	312	222	80	385807.00	8289460.00	3848.00
CAMPO_2012	NORMAL	300	30	12	385310.00	8287329.00	3842.00
CAMPO_2012	NORMAL	305	215	25	385358.00	8287364.00	3842.00
CAMPO_2012	NORMAL	308	218	12	385354.00	8287358.00	3842.00
CAMPO_2012	NORMAL	65	155	22	386203.00	8286205.00	3848.00
CAMPO_2012	NORMAL	340	70	65	387917.00	8289210.00	3859.00
CAMPO_2012	NORMAL	345	75	83	386554.00	8291770.00	3840.00
CAMPO_2012	NORMAL	340	70	75	388760.00	8288407.00	3862.00
CAMPO_2012	NORMAL	350	80	85	388816.00	8288083.00	3847.00
CAMPO_2012	NORMAL	350	80	75	388693.00	8288597.00	3839.00
CAMPO_2012	NORMAL	245	155	37	386039.00	8286206.00	3838.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	NORMAL	330	60	65	389689.00	8289686.00	3841.00
CAMPO_2012	NORMAL	345	75	80	389892.00	8289247.00	3861.00
CAMPO_2012	NORMAL	335	65	63	389882.00	8287866.00	3870.00
CAMPO_2012	NORMAL	334	244	80	389980.00	8287529.00	3900.00
CAMPO_2012	NORMAL	335	65	83	389073.00	8289607.00	3826.00
CAMPO_2012	NORMAL	305	215	55	391792.00	8289114.00	3876.00
CAMPO_2012	NORMAL	302	32	85	390317.00	8290255.00	3863.00
CAMPO_2012	NORMAL	70	160	53	391751.00	8291751.00	3859.00
CAMPO_2012	NORMAL	15	285	40	391690.00	8293022.00	3853.00
CAMPO_2012	NORMAL	158	68	73	389647.00	8287546.00	3875.00
CAMPO_2012	NORMAL	155	245	59	391787.00	8291150.00	3853.00
CAMPO_2012	NORMAL	315	45	38	391810.00	8290339.00	3941.00
CAMPO_2012	NORMAL	333	243	60	391816.00	8290069.00	3897.00
CAMPO_2012	NORMAL	140	230	40	391750.00	8289886.00	3919.00
CAMPO_2012	NORMAL	323	53	20	391730.00	8289762.00	3911.00
CAMPO_2012	NORMAL	154	244	49	402807.00	8288411.00	3820.00
CAMPO_2012	NORMAL	191	281	43	401463.00	8289295.00	3865.00
CAMPO_2012	NORMAL	340	70	15	401483.00	8289350.00	3859.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	NORMAL	150	240	79	401253.00	8289272.00	3892.00
CAMPO_2012	NORMAL	249	339	50	398834.00	8292666.00	3946.00
CAMPO_2012	NORMAL	5	95	47	398786.00	8292668.00	3946.00
CAMPO_2012	NORMAL	180	270	83	399014.00	8292144.00	3916.00
CAMPO_2012	NORMAL	1	91	28	399913.00	8294362.00	3869.00
CAMPO_2012	NORMAL	345	75	34	399402.00	8294594.00	3844.00
CAMPO_2012	NORMAL	85	175	17	394082.00	8296734.00	3907.00
CAMPO_2012	NORMAL	346	76	25	394017.00	8296618.00	3903.00
CAMPO_2012	NORMAL	89	179	79	393935.00	8296516.00	3894.00
CAMPO_2012	NORMAL	130	220	65	390227.00	8290526.00	3865.00
CAMPO_2012	NORMAL	143	233	74	394752.00	8288664.00	3871.00
CAMPO_2012	NORMAL	175	265	66	395091.00	8289963.00	3901.00
CAMPO_2012	NORMAL	171	261	75	394979.00	8290412.00	3922.00
CAMPO_2012	NORMAL	183	273	80	395097.00	8290354.00	3923.00
CAMPO_2012	NORMAL	187	277	77	395313.00	8289904.00	3896.00
CAMPO_2012	NORMAL	229	139	56	395953.00	8291048.00	3987.00
CAMPO_2012	NORMAL	62	152	79	396009.00	8291023.00	4009.00
CAMPO_2012	NORMAL	185	275	70	396010.00	8292692.00	3962.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	NORMAL	207	297	8	395874.00	8292526.00	3951.00
CAMPO_2012	NORMAL	244	334	34	395881.00	8292951.00	3948.00
CAMPO_2012	NORMAL	321	51	22	394734.00	8293835.00	4004.00
CAMPO_2012	NORMAL	338	68	70	394573.00	8293802.00	3997.00
CAMPO_2012	NORMAL	354	84	23	394473.00	8293815.00	3990.00
CAMPO_2012	NORMAL	133	43	22	394161.00	8293853.00	3965.00
CAMPO_2012	NORMAL	149	239	7	393450.00	8294550.00	3905.00
CAMPO_2012	NORMAL	246	336	45	393405.00	8294453.00	3918.00
CAMPO_2012	NORMAL	188	98	78	376694.00	8252484.00	3980.00
CAMPO_2012	NORMAL	293	23	32	370586.00	8254304.00	3865.00
CAMPO_2012	NORMAL	302	32	51	357769.00	8247698.00	4156.00
CAMPO_2012	NORMAL	171	261	59	357870.00	8247813.00	4135.00
CAMPO_2012	NORMAL	336	66	52	357948.00	8248204.00	4082.00
CAMPO_2012	NORMAL	290	20	39	357751.00	8248916.00	4039.00
CAMPO_2012	NORMAL	283	13	48	357307.00	8249781.00	4000.00
CAMPO_2012	NORMAL	289	19	48	356975.00	8250395.00	3978.00
CAMPO_2012	NORMAL	282	12	37	356341.00	8252316.00	3957.00
CAMPO_2012	NORMAL	108	198	61	348480.00	8246732.00	4222.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	NORMAL	83	173	59	348771.00	8246634.00	4220.00
CAMPO_2012	NORMAL	116	206	48	349350.00	8246579.00	4131.00
CAMPO_2012	NORMAL	96	186	50	349201.00	8246108.00	4096.00
CAMPO_2012	NORMAL	79	169	50	350233.00	8246651.00	4074.00
CAMPO_2012	NORMAL	41	131	41	352069.00	8248788.00	4028.00
CAMPO_2012	NORMAL	238	328	72	352070.00	8248403.00	4047.00
CAMPO_2012	NORMAL	215	305	44	352518.00	8250769.00	4004.00
CAMPO_2012	NORMAL	136	46	25	393057.00	8294777.00	3861.00
CAMPO_2012	NORMAL	39	129	37	398848.00	8291980.00	3923.00
CAMPO_2012	NORMAL	303	33	75	398226.00	8290620.00	4054.00
CAMPO_2012	NORMAL	126	36	16	398374.00	8290943.00	4038.00
CAMPO_2012	NORMAL	290	200	15	398500.00	8291041.00	4062.00
CAMPO_2012	NORMAL	225	135	32	398507	8291189.00	4001.00
CAMPO_2012	NORMAL	19	109	22	385839.00	8287714.00	3914.00
CAMPO_2012	NORMAL	162	72	54	388317.00	8287869.00	3850.00
CAMPO_2012	NORMAL	326	56	53	388566.00	8287837.00	3890.00
CAMPO_2012	NORMAL	330	60	61	388659.00	8287919.00	3893.00
CAMPO_2012	NORMAL	155	245	71	389524.00	8287253.00	3900.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	NORMAL	155	245	75	389579.00	8287241.00	3903.00
CAMPO_2012	NORMAL	152	62	84	389629.00	8287462.00	3887.00
CAMPO_2012	NORMAL	340	70	83	389624.00	8287614.00	3863.00
CAMPO_2012	NORMAL	340	70	79	389741.00	8287795.00	3865.00
CAMPO_2012	NORMAL	340	70	76	388854.00	8287374.00	3898.00
CAMPO_2012	NORMAL	345	75	76	389900.00	8288118.00	3862.00
CAMPO_2012	NORMAL	150	60	60	390181.00	8287959.00	3878.00
CAMPO_2012	NORMAL	340	70	63	390517.00	8288107.00	3880.00
CAMPO_2012	NORMAL	335	65	39	393012.00	8299360.00	3935.00
CAMPO_2012	NORMAL	315	225	39	392903.00	8299189.00	3921.00
CAMPO_2012	NORMAL	345	75	55	396384.00	8302526.00	3846.00
CAMPO_2012	NORMAL	355	265	32	397373.00	8299653.00	3867.00
CAMPO_2012	NORMAL	200	290	35	397206.00	8299602.00	3916.00
CAMPO_2012	NORMAL	270	180	18	360702.00	8255196.00	3908.00
CAMPO_2012	NORMAL	194	284	24	360558.00	8254842.00	3921.00
CAMPO_2012	NORMAL	288	18	25	359098.00	8252633.00	3945.00
CAMPO_2012	INVERTIDOS	152	242	70	389994.00	8287334.00	3939.00
CAMPO_2012	INVERTIDOS	158	248	77	389871.00	8287273.00	3903.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
CAMPO_2012	INVERTIDOS	72	162	83	395763.00	8291309.00	3924.00
CAMPO_2012	INVERTIDOS	47	137	68	395785.00	8291092.00	3936.00
CAMPO_2012	INVERTIDOS	298	208	85	398270.00	8290789.00	4045.00
CAMPO_2012	INVERTIDOS	340	70	82	388972.00	8287305.00	3889.00
CAMPO_2012	INVERTIDOS	330	60	86	389061.00	8287538.00	3932.00
CAMPO_2012	INVERTIDOS	342	72	65	389224.00	8287594.00	3895.00
CAMPO_2012	VERTICALES	270	180	90	375658.00	8273668.00	3854.00
CAMPO_2012	VERTICALES	161	71	90	401407.00	8289211.00	3872.00
INGEMMET_2012	NORMAL	119	29	30	421901.23	8330215.50	3992.63
INGEMMET_2012	NORMAL	104	14	20	422865.63	8329787.50	4025.69
INGEMMET_2012	NORMAL	118	28	35	420091.53	8329446.50	4124.88
INGEMMET_2012	NORMAL	93	3	30	425424.03	8327610.25	4035.52
INGEMMET_2012	NORMAL	96	6	20	425234.70	8327361.75	4039.34
INGEMMET_2012	NORMAL	178	88	35	424118.36	8327264.25	3967.61
INGEMMET_2012	NORMAL	276	186	40	425260.77	8327126.75	4062.56
INGEMMET_2012	NORMAL	124	34	30	424775.84	8326067.75	4113.34
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	45	427294.28	8325961.75	4252.67
INGEMMET_2012	NORMAL	115	25	25	429310.86	8325337.00	3902.47

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	30	428422.73	8325126.50	4150.77
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	45	425861.67	8324187.25	4084.67
INGEMMET_2012	NORMAL	128	38	30	428407.73	8324145.50	3955.87
INGEMMET_2012	NORMAL	217	127	25	429361.23	8324150.25	3879.74
INGEMMET_2012	NORMAL	312	222	40	420852.19	8322988.50	3966.90
INGEMMET_2012	NORMAL	132	42	30	424935.92	8322835.25	4149.37
INGEMMET_2012	NORMAL	315	225	60	426639.69	8322453.25	3929.91
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	35	421393.63	8322321.00	4034.76
INGEMMET_2012	NORMAL	310	220	30	426499.00	8321448.25	4051.55
INGEMMET_2012	NORMAL	136	46	35	422162.64	8321303.50	4109.96
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	45	419465.91	8320884.25	4152.25
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	45	426519.47	8320842.25	4059.13
INGEMMET_2012	NORMAL	120	30	50	421863.58	8320542.75	3955.25
INGEMMET_2012	NORMAL	315	225	65	427286.81	8320476.50	4024.95
INGEMMET_2012	NORMAL	166	76	55	421115.52	8320174.00	4074.60
INGEMMET_2012	NORMAL	129	39	30	426644.31	8320098.25	4047.26
INGEMMET_2012	NORMAL	168	78	30	422740.78	8320084.00	3865.77
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	25	423327.72	8319928.00	3931.75

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	128	38	40	419805.83	8319806.25	4060.74
INGEMMET_2012	NORMAL	311	221	10	427740.95	8319731.00	3972.11
INGEMMET_2012	NORMAL	144	54	31	419561.83	8319688.00	3994.53
INGEMMET_2012	NORMAL	304	214	10	427538.16	8319618.25	3985.87
INGEMMET_2012	NORMAL	141	51	25	422314.70	8319303.50	4106.89
INGEMMET_2012	NORMAL	155	65	35	421990.36	8319216.25	4070.95
INGEMMET_2012	NORMAL	127	37	15	425615.52	8319107.75	4013.05
INGEMMET_2012	NORMAL	331	241	55	427175.86	8319146.50	3876.96
INGEMMET_2012	NORMAL	126	36	5	426072.50	8319003.00	4039.70
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	40	420220.73	8318853.25	3868.51
INGEMMET_2012	NORMAL	148	58	25	424567.22	8318893.00	3906.85
INGEMMET_2012	NORMAL	314	224	60	427737.03	8318718.71	3920.30
INGEMMET_2012	NORMAL	352	262	40	427383.09	8318680.50	3887.22
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	20	426478.52	8318106.50	3886.08
INGEMMET_2012	NORMAL	122	32	40	423338.03	8317811.25	4092.53
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	85	423171.05	8317657.50	4103.93
INGEMMET_2012	NORMAL	127	37	38	420130.89	8317616.50	3855.98
INGEMMET_2012	NORMAL	119	29	25	423119.14	8317387.00	4115.49

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	127	37	70	420882.78	8316935.50	3857.49
INGEMMET_2012	NORMAL	105	15	25	426382.27	8316878.00	3824.32
INGEMMET_2012	NORMAL	130	40	60	422779.33	8316874.75	4007.96
INGEMMET_2012	NORMAL	118	28	35	426118.43	8316266.01	3850.04
INGEMMET_2012	NORMAL	109	19	35	421808.09	8316051.25	3900.86
INGEMMET_2012	NORMAL	119	29	35	422677.13	8316034.25	3850.16
INGEMMET_2012	NORMAL	100	10	40	424425.86	8315773.00	3857.32
INGEMMET_2012	NORMAL	97	7	25	425409.13	8315656.25	3849.46
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	55	422381.81	8315637.00	3858.89
INGEMMET_2012	NORMAL	106	16	55	421986.69	8315357.00	3864.85
INGEMMET_2012	NORMAL	122	32	73	419995.31	8315212.50	3901.93
INGEMMET_2012	NORMAL	124	34	25	421509.72	8314468.00	3833.81
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	74	420395.73	8314175.00	3853.74
INGEMMET_2012	NORMAL	120	30	40	419531.06	8330623.00	4084.08
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	35	420344.72	8313092.75	3827.84
INGEMMET_2012	NORMAL	142	52	25	419895.64	8312315.25	3835.70
INGEMMET_2012	NORMAL	208	118	30	420438.08	8311374.00	3857.78
INGEMMET_2012	NORMAL	220	130	45	419847.80	8310974.00	3903.19

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	122	32	50	421862.50	8310475.00	3883.19
INGEMMET_2012	NORMAL	112	22	45	419645.06	8310412.25	3901.78
INGEMMET_2012	NORMAL	178	88	44	418839.66	8312822.50	3851.30
INGEMMET_2012	NORMAL	336	246	23	416719.36	8312711.50	3868.72
INGEMMET_2012	NORMAL	336	246	50	398273.75	8312631.00	3823.02
INGEMMET_2012	NORMAL	107	17	35	400478.16	8312331.25	3845.52
INGEMMET_2012	NORMAL	146	56	30	415892.34	8312096.50	3962.47
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	35	406580.63	8312083.75	3824.60
INGEMMET_2012	NORMAL	91	1	70	401151.64	8311751.50	3846.90
INGEMMET_2012	NORMAL	314	224	43	418276.50	8311812.25	3855.51
INGEMMET_2012	NORMAL	301	211	25	414090.94	8311702.25	3858.09
INGEMMET_2012	NORMAL	308	218	32	402074.16	8311344.00	3828.77
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	30	416557.50	8310289.00	3953.24
INGEMMET_2012	NORMAL	338	248	45	418739.61	8310145.75	3890.52
INGEMMET_2012	NORMAL	157	67	55	417736.27	8309794.25	3953.89
INGEMMET_2012	NORMAL	161	71	35	418043.06	8309435.25	3901.12
INGEMMET_2012	NORMAL	157	67	45	417595.94	8309388.50	3934.51
INGEMMET_2012	NORMAL	157	67	32	416501.78	8309103.00	4039.27

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	30	417203.19	8309070.00	3903.68
INGEMMET_2012	NORMAL	273	183	26	415474.34	8308818.50	3921.77
INGEMMET_2012	NORMAL	311	221	26	415693.64	8308511.25	3886.95
INGEMMET_2012	NORMAL	95	5	40	418305.13	8307481.50	3853.93
INGEMMET_2012	NORMAL	182	92	20	393942.06	8304863.75	3869.12
INGEMMET_2012	NORMAL	153	63	25	393290.73	8304682.00	3976.21
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	30	392820.23	8304539.25	4070.96
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	40	394313.19	8304257.50	3888.92
INGEMMET_2012	NORMAL	153	63	25	393315.88	8303635.25	4054.67
INGEMMET_2012	NORMAL	147	57	45	395099.59	8303534.00	3908.94
INGEMMET_2012	NORMAL	146	56	25	393844.97	8302912.50	4163.74
INGEMMET_2012	NORMAL	173	83	65	396304.39	8302442.25	3859.55
INGEMMET_2012	NORMAL	164	74	20	394713.75	8302007.25	3916.93
INGEMMET_2012	NORMAL	187	97	35	395643.41	8300962.75	3970.28
INGEMMET_2012	NORMAL	344	254	20	396616.58	8300811.50	3850.96
INGEMMET_2012	NORMAL	348	258	25	397152.09	8300081.25	3866.11
INGEMMET_2012	NORMAL	306	216	29	393506.91	8299885.00	3948.10
INGEMMET_2012	NORMAL	350	260	20	396838.75	8299612.25	3936.14

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	231	141	15	397457.31	8299218.75	3885.07
INGEMMET_2012	NORMAL	235	145	15	396559.95	8299196.25	3890.77
INGEMMET_2012	NORMAL	249	159	45	395660.19	8296450.25	4054.93
INGEMMET_2012	NORMAL	301	211	40	394780.30	8296312.75	4059.38
INGEMMET_2012	NORMAL	148	58	20	398990.73	8295871.25	3821.35
INGEMMET_2012	NORMAL	178	88	30	393150.70	8294659.75	3864.37
INGEMMET_2012	NORMAL	177	87	30	399427.08	8294522.50	3848.39
INGEMMET_2012	NORMAL	159	69	22	394024.58	8293985.25	3941.12
INGEMMET_2012	NORMAL	184	94	62	395297.80	8293830.00	3974.74
INGEMMET_2012	NORMAL	165	75	50	399856.45	8292887.25	3872.61
INGEMMET_2012	NORMAL	259	169	40	399130.59	8292624.25	3903.70
INGEMMET_2012	NORMAL	336	246	20	398568.16	8292456.00	4023.87
INGEMMET_2012	NORMAL	300	210	50	393642.58	8291882.25	3934.85
INGEMMET_2012	NORMAL	128	38	30	399000.23	8291318.00	3985.23
INGEMMET_2012	NORMAL	260	170	45	398296.14	8290982.00	4050.24
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	35	399181.75	8290425.25	4110.50
INGEMMET_2012	NORMAL	352	262	75	394614.80	8290083.00	3932.90
INGEMMET_2012	NORMAL	260	170	40	398683.73	8289689.25	4083.98

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	187	97	55	395618.03	8289463.75	3911.01
INGEMMET_2012	NORMAL	183	93	55	401959.47	8289126.25	3862.62
INGEMMET_2012	NORMAL	339	249	70	394647.91	8288839.75	3887.67
INGEMMET_2012	NORMAL	257	167	30	397800.95	8288433.75	3962.88
INGEMMET_2012	NORMAL	354	264	40	402747.75	8288191.00	3867.58
INGEMMET_2012	NORMAL	162	72	30	401463.84	8287480.75	4084.14
INGEMMET_2012	NORMAL	325	235	35	393759.02	8287399.25	3901.28
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	35	400966.72	8287331.25	4133.11
INGEMMET_2012	NORMAL	336	246	30	413683.38	8311641.50	3851.28
INGEMMET_2012	NORMAL	198	108	40	413078.17	8310758.00	3835.47
INGEMMET_2012	NORMAL	233	143	45	412952.73	8311825.75	3846.03
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	40	393261.72	8299082.00	3917.07
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	65	405091.27	8340862.25	4042.22
INGEMMET_2012	NORMAL	311	221	45	406211.55	8340787.75	4158.34
INGEMMET_2012	NORMAL	311	221	40	403756.11	8340214.75	4015.37
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	80	405163.45	8339924.00	4012.23
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	80	405163.45	8339924.00	4012.23
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	50	405538.58	8339467.00	3995.60

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	115	25	50	404816.17	8338894.50	3980.79
INGEMMET_2012	NORMAL	325	235	60	401345.42	8338550.00	3941.45
INGEMMET_2012	NORMAL	116	26	60	408396.14	8337319.00	4229.26
INGEMMET_2012	NORMAL	91	1	45	406207.98	8336413.50	3884.34
INGEMMET_2012	NORMAL	94	4	30	399009.35	8335990.28	4083.14
INGEMMET_2012	NORMAL	101	11	50	404282.50	8335880.50	3906.17
INGEMMET_2012	NORMAL	116	26	40	410183.17	8335102.50	4099.96
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	45	402753.97	8334980.75	3935.26
INGEMMET_2012	NORMAL	111	21	60	404783.48	8334793.00	3871.63
INGEMMET_2012	NORMAL	122	32	55	407693.70	8334749.00	3922.15
INGEMMET_2012	NORMAL	127	37	40	406203.95	8334680.75	3929.15
INGEMMET_2012	NORMAL	104	14	45	412701.81	8334581.00	3883.90
INGEMMET_2012	NORMAL	115	25	25	404421.08	8334539.50	3933.99
INGEMMET_2012	NORMAL	143	53	35	416171.15	8334430.54	3952.13
INGEMMET_2012	NORMAL	118	28	25	404629.44	8334306.25	3880.85
INGEMMET_2012	NORMAL	128	38	50	404203.55	8334073.50	3941.18
INGEMMET_2012	NORMAL	123	33	45	406271.69	8333967.50	3928.70
INGEMMET_2012	NORMAL	319	229	80	403680.05	8333988.00	3916.46

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	94	4	20	412494.75	8333777.25	3876.73
INGEMMET_2012	NORMAL	325	235	45	414647.97	8333837.50	3921.54
INGEMMET_2012	NORMAL	122	32	40	405802.48	8333635.00	3991.01
INGEMMET_2012	NORMAL	109	19	80	400668.59	8333452.50	4146.25
INGEMMET_2012	NORMAL	111	21	60	410880.14	8333400.00	3908.09
INGEMMET_2012	NORMAL	323	233	40	414966.83	8333384.00	3946.56
INGEMMET_2012	NORMAL	112	22	25	403874.91	8333261.25	4040.49
INGEMMET_2012	NORMAL	112	22	35	401644.53	8332703.00	3944.73
INGEMMET_2012	NORMAL	160	70	25	413332.73	8332664.25	3906.33
INGEMMET_2012	NORMAL	117	27	45	406673.56	8332522.75	3961.36
INGEMMET_2012	NORMAL	97	7	40	400278.58	8332312.00	3874.78
INGEMMET_2012	NORMAL	100	10	40	397485.63	8332195.25	3846.68
INGEMMET_2012	NORMAL	280	190	50	408091.31	8332007.25	3932.20
INGEMMET_2012	NORMAL	282	192	65	405337.03	8331776.50	4199.76
INGEMMET_2012	NORMAL	321	231	15	399281.58	8331634.50	3859.24
INGEMMET_2012	NORMAL	155	65	40	413967.94	8331384.75	3895.26
INGEMMET_2012	NORMAL	305	215	60	405724.52	8331197.50	4249.04
INGEMMET_2012	NORMAL	162	72	70	402172.16	8331072.50	4193.87

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	152	62	60	400811.64	8330845.25	4158.04
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	45	405384.44	8330464.75	4341.49
INGEMMET_2012	NORMAL	310	220	80	411175.89	8330412.75	3886.96
INGEMMET_2012	NORMAL	302	212	60	407086.14	8330327.25	4180.89
INGEMMET_2012	NORMAL	287	197	50	394801.61	8329871.00	3852.81
INGEMMET_2012	NORMAL	118	28	50	400973.83	8329567.50	3923.55
INGEMMET_2012	NORMAL	124	34	60	407924.63	8329531.25	4279.49
INGEMMET_2012	NORMAL	320	230	60	398435.95	8329298.50	3854.21
INGEMMET_2012	NORMAL	135	45	70	411271.66	8329193.00	3911.82
INGEMMET_2012	NORMAL	247	157	70	400165.36	8328917.00	3841.27
INGEMMET_2012	NORMAL	170	80	30	414481.00	8328914.50	3890.55
INGEMMET_2012	NORMAL	148	58	50	397504.97	8328884.50	3844.61
INGEMMET_2012	NORMAL	120	30	70	408899.28	8328834.75	4156.50
INGEMMET_2012	NORMAL	124	34	35	406642.53	8328639.25	4381.93
INGEMMET_2012	NORMAL	191	101	40	401022.91	8328607.75	3895.46
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	50	403278.22	8328463.00	4274.67
INGEMMET_2012	NORMAL	149	59	20	395567.23	8328439.00	3865.22
INGEMMET_2012	NORMAL	273	183	85	399432.23	8328307.50	3853.66

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	126	36	22	396840.69	8328292.00	3862.20
INGEMMET_2012	NORMAL	153	63	75	412032.23	8328259.25	3973.87
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	20	404467.81	8328155.00	4360.61
INGEMMET_2012	NORMAL	130	40	20	396674.56	8328088.50	3860.03
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	35	404788.83	8328012.75	4403.80
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	45	397675.56	8328016.25	3896.40
INGEMMET_2012	NORMAL	171	81	45	415264.67	8328006.25	3942.07
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	25	396463.02	8327943.25	3870.09
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	45	400384.23	8327748.25	3900.55
INGEMMET_2012	NORMAL	138	48	30	404371.25	8327787.25	4349.55
INGEMMET_2012	NORMAL	133	43	45	395935.34	8327616.25	3968.71
INGEMMET_2012	NORMAL	148	58	30	412449.16	8327504.50	3873.97
INGEMMET_2012	NORMAL	304	214	20	417421.52	8327415.00	3911.69
INGEMMET_2012	NORMAL	322	232	60	418837.95	8327437.50	4173.74
INGEMMET_2012	NORMAL	305	215	35	417922.86	8327217.75	3976.89
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	35	404070.44	8327126.00	4416.55
INGEMMET_2012	NORMAL	160	70	35	416411.78	8327121.50	3891.29
INGEMMET_2012	NORMAL	157	67	40	415876.59	8327106.50	3853.95

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	101	11	50	398081.48	8326846.25	3952.02
INGEMMET_2012	NORMAL	91	1	30	406047.19	8326624.75	4222.42
INGEMMET_2012	NORMAL	108	18	50	403182.50	8326581.25	4179.97
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	75	402397.53	8326605.50	4073.80
INGEMMET_2012	NORMAL	95	5	50	399489.75	8326395.00	3922.74
INGEMMET_2012	NORMAL	100	10	55	403206.84	8326118.75	4228.55
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	55	399684.19	8326063.50	3940.73
INGEMMET_2012	NORMAL	135	45	35	409738.98	8325981.50	4045.27
INGEMMET_2012	NORMAL	165	75	30	416133.28	8325882.25	3892.25
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	60	401812.64	8325799.00	4051.21
INGEMMET_2012	NORMAL	155	65	40	395220.17	8325757.75	3835.23
INGEMMET_2012	NORMAL	105	15	35	400430.44	8325562.25	3929.85
INGEMMET_2012	NORMAL	157	67	30	417705.38	8325575.75	3884.59
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	25	411536.16	8325460.00	3865.13
INGEMMET_2012	NORMAL	153	63	40	413330.78	8325421.25	3891.13
INGEMMET_2012	NORMAL	98	8	65	401211.47	8325228.50	4022.46
INGEMMET_2012	NORMAL	123	33	35	410379.63	8325193.25	4059.41
INGEMMET_2012	NORMAL	159	69	35	415634.00	8325126.00	3871.77

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	119	29	40	401112.41	8325061.50	3981.84
INGEMMET_2012	NORMAL	129	39	60	402103.00	8325056.00	4167.13
INGEMMET_2012	NORMAL	203	113	30	409642.13	8324983.50	3873.28
INGEMMET_2012	NORMAL	149	59	50	401343.09	8324824.25	3990.89
INGEMMET_2012	NORMAL	354	264	35	399444.08	8324855.25	3855.73
INGEMMET_2012	NORMAL	354	264	35	399444.08	8324855.25	3855.73
INGEMMET_2012	NORMAL	158	68	35	417859.59	8324343.50	3880.26
INGEMMET_2012	NORMAL	136	46	35	395704.70	8324250.25	3857.90
INGEMMET_2012	NORMAL	174	84	35	411123.92	8324296.50	3871.59
INGEMMET_2012	NORMAL	108	18	55	405076.08	8324156.75	4043.99
INGEMMET_2012	NORMAL	273	183	50	397783.42	8324066.75	3847.06
INGEMMET_2012	NORMAL	346	256	85	402856.97	8324078.75	4136.36
INGEMMET_2012	NORMAL	164	74	35	406337.67	8324043.50	4016.85
INGEMMET_2012	NORMAL	357	267	40	407547.25	8324054.25	4053.01
INGEMMET_2012	NORMAL	156	66	30	415230.33	8324009.50	3854.65
INGEMMET_2012	NORMAL	134	44	35	396289.56	8323882.00	3898.48
INGEMMET_2012	NORMAL	144	54	30	405849.69	8323853.75	3957.15
INGEMMET_2012	NORMAL	164	74	40	406814.98	8323682.50	3953.88

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	50	400979.39	8323613.00	3898.93
INGEMMET_2012	NORMAL	132	42	20	403806.22	8323487.50	4123.20
INGEMMET_2012	NORMAL	103	13	45	405139.17	8323391.50	3946.35
INGEMMET_2012	NORMAL	158	68	50	403542.95	8323413.75	4111.05
INGEMMET_2012	NORMAL	318	228	45	409809.81	8323087.00	3910.38
INGEMMET_2012	NORMAL	308	218	80	393517.52	8323020.75	3830.16
INGEMMET_2012	NORMAL	152	62	45	416488.84	8323034.75	3865.04
INGEMMET_2012	NORMAL	93	3	50	405121.36	8322807.00	3937.13
INGEMMET_2012	NORMAL	102	12	35	397440.94	8322772.00	3837.39
INGEMMET_2012	NORMAL	182	92	25	410896.36	8322863.75	3860.04
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	50	400681.02	8322620.00	3836.76
INGEMMET_2012	NORMAL	153	63	65	404096.06	8322565.00	4090.06
INGEMMET_2012	NORMAL	113	23	65	404465.98	8322411.75	3995.38
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	70	397339.63	8322358.00	3836.95
INGEMMET_2012	NORMAL	225	135	30	405920.48	8322315.75	3920.68
INGEMMET_2012	NORMAL	159	69	55	411667.77	8322321.75	3920.87
INGEMMET_2012	NORMAL	156	66	35	417980.48	8322197.75	4137.73
INGEMMET_2012	NORMAL	158	68	30	419034.27	8322027.50	4063.94

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	175	85	30	411159.81	8321996.50	3865.05
INGEMMET_2012	NORMAL	112	22	45	403772.83	8321881.50	4148.18
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	40	402444.42	8321528.50	4067.67
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	40	416933.69	8321394.00	3935.83
INGEMMET_2012	NORMAL	114	24	30	403056.55	8321317.25	4133.17
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	35	418755.78	8321273.50	4126.28
INGEMMET_2012	NORMAL	117	27	45	418195.95	8320992.50	4032.71
INGEMMET_2012	NORMAL	123	33	35	415789.09	8320519.25	3828.22
INGEMMET_2012	NORMAL	122	32	30	416566.06	8320242.50	3830.58
INGEMMET_2012	NORMAL	110	20	60	402156.98	8320063.75	3841.80
INGEMMET_2012	NORMAL	121	31	45	419020.00	8319643.75	3936.79
INGEMMET_2012	NORMAL	155	65	30	407507.11	8319558.00	3882.61
INGEMMET_2012	NORMAL	124	34	45	418999.34	8319401.50	3891.67
INGEMMET_2012	NORMAL	126	36	65	403225.22	8319277.25	3833.77
INGEMMET_2012	NORMAL	315	225	80	410933.41	8319182.00	3824.84
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	40	405460.52	8319108.50	4048.40
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	25	413687.34	8319023.50	3845.83
INGEMMET_2012	NORMAL	352	262	45	406411.08	8319007.00	3826.69

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	146	56	45	418034.69	8318706.50	3886.97
INGEMMET_2012	NORMAL	234	144	25	405774.95	8318636.75	3905.43
INGEMMET_2012	NORMAL	170	80	45	408818.98	8318667.75	3928.23
INGEMMET_2012	NORMAL	239	149	55	411012.95	8318304.75	3859.15
INGEMMET_2012	NORMAL	249	159	50	395628.05	8317762.00	3851.74
INGEMMET_2012	NORMAL	231	141	40	408654.05	8317669.00	3834.92
INGEMMET_2012	NORMAL	127	37	40	395449.28	8317473.75	3935.74
INGEMMET_2012	NORMAL	183	93	50	408961.09	8317530.75	3824.41
INGEMMET_2012	NORMAL	158	68	35	410846.91	8317382.25	3847.99
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	60	409962.84	8317282.25	3947.84
INGEMMET_2012	NORMAL	181	91	45	395328.11	8317039.75	3859.20
INGEMMET_2012	NORMAL	135	45	30	414750.58	8316982.75	3867.74
INGEMMET_2012	NORMAL	119	29	50	410907.09	8316316.50	3854.52
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	50	415566.38	8316317.75	3989.38
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	62	418692.75	8316293.50	3865.57
INGEMMET_2012	NORMAL	118	28	51	418741.53	8315674.50	3846.66
INGEMMET_2012	NORMAL	128	38	76	417663.44	8315631.25	3844.53
INGEMMET_2012	NORMAL	154	64	45	409915.39	8315568.00	3817.70

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	103	13	62	417939.52	8315231.25	3860.63
INGEMMET_2012	NORMAL	160	70	50	418971.31	8314419.50	3891.56
INGEMMET_2012	NORMAL	119	29	40	419283.66	8330763.00	4092.46
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	45	419302.73	8320900.00	4155.68
INGEMMET_2012	NORMAL	322	232	50	418843.20	8328821.00	4102.59
INGEMMET_2012	NORMAL	323	233	45	416461.61	8331817.00	3937.42
INGEMMET_2012	NORMAL	323	233	50	418033.52	8331735.00	4083.27
INGEMMET_2012	NORMAL	325	235	30	414112.75	8334450.00	3875.78
INGEMMET_2012	NORMAL	312	222	60	409723.22	8331377.00	3884.52
INGEMMET_2012	NORMAL	121	31	25	410406.02	8315336.00	3816.91
INGEMMET_2012	NORMAL	338	248	20	357004.11	8262613.00	3874.31
INGEMMET_2012	NORMAL	223	133	42	357781.72	8262263.75	3864.78
INGEMMET_2012	NORMAL	342	252	30	357264.56	8261506.25	3919.98
INGEMMET_2012	NORMAL	179	89	10	357506.17	8260732.50	3908.60
INGEMMET_2012	NORMAL	252	162	42	354714.88	8259039.50	3932.12
INGEMMET_2012	NORMAL	239	149	20	355321.64	8258854.50	3976.03
INGEMMET_2012	NORMAL	331	241	25	342786.82	8261381.37	4078.63
INGEMMET_2012	NORMAL	316	226	20	343288.27	8260942.50	4154.11

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	174	84	59	364400.64	8264642.00	3918.04
INGEMMET_2012	NORMAL	298	208	14	356767.11	8267842.00	4122.90
INGEMMET_2012	NORMAL	194	104	12	356640.33	8267253.75	4030.95
INGEMMET_2012	NORMAL	358	268	12	356983.84	8267157.75	4096.24
INGEMMET_2012	NORMAL	338	248	35	357547.09	8267443.25	4047.64
INGEMMET_2012	NORMAL	302	212	16	357556.31	8267687.00	4015.46
INGEMMET_2012	NORMAL	297	207	15	354887.70	8267910.50	3981.89
INGEMMET_2012	NORMAL	203	113	35	355507.50	8267568.50	4039.33
INGEMMET_2012	NORMAL	265	175	14	353887.58	8267460.25	4047.05
INGEMMET_2012	NORMAL	212	122	12	352822.23	8266053.50	3971.44
INGEMMET_2012	NORMAL	210	120	25	354573.84	8265042.00	3929.17
INGEMMET_2012	NORMAL	220	130	12	354133.42	8264178.00	3994.83
INGEMMET_2012	NORMAL	196	106	22	350126.03	8267261.50	3950.36
INGEMMET_2012	NORMAL	217	127	24	351197.23	8267517.75	4003.80
INGEMMET_2012	NORMAL	321	231	15	351162.48	8265391.50	3919.81
INGEMMET_2012	NORMAL	146	56	13	350967.47	8264984.00	4003.55
INGEMMET_2012	NORMAL	159	69	55	350652.45	8264742.00	4062.41
INGEMMET_2012	NORMAL	120	30	30	348915.92	8264931.50	4274.47

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	135	45	15	346636.24	8266583.16	3951.23
INGEMMET_2012	NORMAL	162	72	60	347377.69	8265324.25	3994.30
INGEMMET_2012	NORMAL	273	183	60	347525.84	8265122.00	4099.81
INGEMMET_2012	NORMAL	231	141	10	365413.42	8267585.50	3844.26
INGEMMET_2012	NORMAL	228	138	25	356045.27	8269687.25	4022.63
INGEMMET_2012	NORMAL	323	233	10	357408.97	8268910.25	3921.60
INGEMMET_2012	NORMAL	346	256	22	358235.45	8268822.00	3911.49
INGEMMET_2012	NORMAL	329	239	25	357462.05	8268123.50	3995.11
INGEMMET_2012	NORMAL	222	132	45	353519.52	8271693.00	3905.87
INGEMMET_2012	NORMAL	211	121	30	354775.41	8269702.75	3894.43
INGEMMET_2012	NORMAL	246	156	28	355059.55	8268388.50	3983.78
INGEMMET_2012	NORMAL	212	122	30	354572.20	8268377.25	3914.86
INGEMMET_2012	NORMAL	239	149	20	354159.38	8268359.75	3927.38
INGEMMET_2012	NORMAL	222	132	15	357462.73	8272327.00	3900.88
INGEMMET_2012	NORMAL	156	66	5	358201.42	8272670.25	3884.48
INGEMMET_2012	NORMAL	350	260	20	352886.06	8274481.00	4045.15
INGEMMET_2012	NORMAL	154	64	65	347866.27	8265766.25	4015.04
INGEMMET_2012	NORMAL	354	264	20	352981.33	8274974.15	3980.66

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	147	57	20	349411.72	8267809.75	4056.34
INGEMMET_2012	NORMAL	156	66	22	349131.23	8268399.75	4174.62
INGEMMET_2012	NORMAL	193	103	15	348453.69	8268378.00	4149.24
INGEMMET_2012	NORMAL	143	53	25	347244.87	8267337.89	3986.75
INGEMMET_2012	NORMAL	132	42	25	341360.69	8256083.75	4129.37
INGEMMET_2012	NORMAL	286	196	25	352181.81	8255153.25	3975.60
INGEMMET_2012	NORMAL	329	239	21	360799.64	8255166.25	3887.28
INGEMMET_2012	NORMAL	312	222	8	364399.20	8254544.25	3868.81
INGEMMET_2012	NORMAL	142	52	40	342177.25	8254099.00	4100.97
INGEMMET_2012	NORMAL	148	58	46	341105.61	8254055.00	4121.51
INGEMMET_2012	NORMAL	129	39	48	339982.14	8253745.75	4103.04
INGEMMET_2012	NORMAL	126	36	30	344513.03	8253677.75	4212.61
INGEMMET_2012	NORMAL	316	226	12	363121.59	8253684.75	3911.93
INGEMMET_2012	NORMAL	308	218	35	349764.22	8253568.25	4117.65
INGEMMET_2012	NORMAL	117	27	30	351354.00	8253364.25	4006.41
INGEMMET_2012	NORMAL	355	265	20	348057.30	8253328.75	4268.96
INGEMMET_2012	NORMAL	106	16	25	359528.48	8253113.00	3966.01
INGEMMET_2012	NORMAL	285	195	30	349256.45	8253087.25	4215.62

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	310	220	15	348955.97	8252783.25	4324.72
INGEMMET_2012	NORMAL	133	43	43	340222.89	8252494.50	4193.42
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	45	344157.56	8251307.75	4218.93
INGEMMET_2012	NORMAL	312	222	11	350056.27	8251194.00	4145.23
INGEMMET_2012	NORMAL	109	19	78	352750.84	8250783.00	4007.72
INGEMMET_2012	NORMAL	110	20	35	360694.52	8250436.00	3987.68
INGEMMET_2012	NORMAL	97	7	82	352645.30	8250278.50	4026.95
INGEMMET_2012	NORMAL	92	2	33	348670.69	8250185.00	4284.00
INGEMMET_2012	NORMAL	133	43	40	342097.11	8250303.50	4512.78
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	50	356784.00	8250018.75	3986.92
INGEMMET_2012	NORMAL	317	227	42	346362.45	8250044.75	4355.59
INGEMMET_2012	NORMAL	154	64	42	346124.56	8249760.00	4393.29
INGEMMET_2012	NORMAL	291	201	50	352398.22	8249590.25	4038.72
INGEMMET_2012	NORMAL	102	12	42	357152.92	8249533.75	4006.62
INGEMMET_2012	NORMAL	114	24	35	361176.28	8249417.25	4089.69
INGEMMET_2012	NORMAL	101	11	45	356976.00	8249089.25	4067.28
INGEMMET_2012	NORMAL	104	14	50	358259.45	8248946.00	4105.57
INGEMMET_2012	NORMAL	245	155	57	352340.52	8248833.50	4068.15

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	207	117	38	340797.81	8248782.00	4386.41
INGEMMET_2012	NORMAL	107	17	25	349514.30	8247881.75	4316.74
INGEMMET_2012	NORMAL	311	221	45	363089.00	8247932.50	3967.45
INGEMMET_2012	NORMAL	297	207	7	340282.44	8247663.25	4288.98
INGEMMET_2012	NORMAL	255	165	25	351332.75	8247562.00	4072.18
INGEMMET_2012	NORMAL	100	10	55	349056.42	8247058.75	4224.44
INGEMMET_2012	NORMAL	279	189	55	349318.59	8246869.25	4159.56
INGEMMET_2012	NORMAL	230	140	20	357576.83	8246906.75	4245.54
INGEMMET_2012	NORMAL	291	201	67	348713.94	8246809.25	4207.85
INGEMMET_2012	NORMAL	288	198	5	344506.36	8246714.75	4470.03
INGEMMET_2012	NORMAL	274	184	65	347698.05	8246528.50	4309.08
INGEMMET_2012	NORMAL	299	209	67	348594.39	8246499.50	4160.26
INGEMMET_2012	NORMAL	272	182	35	344954.86	8246395.75	4456.77
INGEMMET_2012	NORMAL	292	202	50	348237.39	8246438.50	4256.12
INGEMMET_2012	NORMAL	316	226	40	361795.48	8246435.75	4227.02
INGEMMET_2012	NORMAL	199	109	75	347608.42	8246134.25	4304.23
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	20	352923.63	8246148.25	4614.66
INGEMMET_2012	NORMAL	243	153	68	349654.83	8246033.50	4112.10

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	233	143	20	345769.98	8245939.50	4400.22
INGEMMET_2012	NORMAL	221	131	83	347379.56	8245927.50	4337.97
INGEMMET_2012	NORMAL	302	212	70	345273.11	8245788.00	4448.75
INGEMMET_2012	NORMAL	262	172	20	354367.56	8245670.25	4515.49
INGEMMET_2012	NORMAL	290	200	52	350248.45	8245687.25	4150.52
INGEMMET_2012	NORMAL	240	150	28	346295.16	8245691.00	4344.26
INGEMMET_2012	NORMAL	91	1	71	346861.58	8245531.25	4331.87
INGEMMET_2012	NORMAL	278	188	15	358951.09	8245527.75	4655.59
INGEMMET_2012	NORMAL	305	215	83	347228.63	8245570.75	4331.39
INGEMMET_2012	NORMAL	296	206	24	356452.84	8245540.00	4554.70
INGEMMET_2012	NORMAL	180	90	45	351662.48	8245596.75	4242.59
INGEMMET_2012	NORMAL	133	43	24	356298.61	8245243.25	4612.62
INGEMMET_2012	NORMAL	178	88	25	351623.61	8245212.00	4127.35
INGEMMET_2012	NORMAL	279	189	75	347174.53	8245043.75	4287.85
INGEMMET_2012	NORMAL	287	197	35	352096.11	8244900.50	4180.71
INGEMMET_2012	NORMAL	108	18	35	356007.89	8244792.25	4713.90
INGEMMET_2012	NORMAL	222	132	35	352403.80	8244807.75	4212.27
INGEMMET_2012	NORMAL	108	18	66	357457.05	8244724.25	4704.82

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	104	14	55	357607.81	8244452.00	4683.48
INGEMMET_2012	NORMAL	283	193	38	353172.63	8244427.75	4241.75
INGEMMET_2012	NORMAL	218	128	25	352049.25	8244502.00	4273.67
INGEMMET_2012	NORMAL	92	2	76	358208.56	8244349.25	4726.12
INGEMMET_2012	NORMAL	101	11	52	356569.50	8244342.75	4697.22
INGEMMET_2012	NORMAL	108	18	50	357017.19	8244307.75	4681.11
INGEMMET_2012	NORMAL	106	16	76	358455.44	8244160.75	4653.29
INGEMMET_2012	NORMAL	105	15	38	353235.84	8244087.25	4306.33
INGEMMET_2012	NORMAL	96	6	52	359754.14	8243798.00	4697.61
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	77	353541.45	8243780.50	4276.12
INGEMMET_2012	NORMAL	109	19	55	359455.84	8243787.25	4674.73
INGEMMET_2012	NORMAL	101	11	60	363492.47	8243647.50	4274.54
INGEMMET_2012	NORMAL	264	174	30	352840.33	8243487.00	4461.14
INGEMMET_2012	NORMAL	94	4	35	363124.39	8243459.75	4325.64
INGEMMET_2012	NORMAL	96	6	75	359612.77	8243440.75	4670.68
INGEMMET_2012	NORMAL	302	212	26	347231.27	8243435.00	4341.34
INGEMMET_2012	NORMAL	105	15	54	356601.30	8243265.25	4636.09
INGEMMET_2012	NORMAL	270	180	35	354397.25	8243217.50	4401.27

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	93	3	50	357327.00	8243210.00	4507.12
INGEMMET_2012	NORMAL	281	191	53	353788.53	8243167.50	4371.44
INGEMMET_2012	NORMAL	260	170	62	354990.78	8242985.50	4531.27
INGEMMET_2012	NORMAL	271	181	60	362019.55	8242645.00	4357.72
INGEMMET_2012	NORMAL	291	201	43	357636.58	8240986.75	4528.90
INGEMMET_2012	NORMAL	287	197	39	357109.83	8240861.25	4472.45
INGEMMET_2012	NORMAL	287	197	28	358678.47	8240524.75	4392.20
INGEMMET_2012	NORMAL	306	216	23	356816.44	8240469.75	4436.58
INGEMMET_2012	NORMAL	285	195	25	357029.47	8240258.25	4411.97
INGEMMET_2012	NORMAL	240	150	23	366057.22	8240107.25	4058.12
INGEMMET_2012	NORMAL	228	138	25	354032.61	8239918.00	4760.63
INGEMMET_2012	NORMAL	93	3	50	353604.70	8239756.50	4716.39
INGEMMET_2012	NORMAL	96	6	64	357707.22	8239437.50	4395.51
INGEMMET_2012	NORMAL	120	30	16	352091.09	8239166.75	4693.71
INGEMMET_2012	NORMAL	255	165	20	365975.83	8238995.75	4091.93
INGEMMET_2012	NORMAL	106	16	20	360521.72	8238545.75	4382.09
INGEMMET_2012	NORMAL	268	178	20	366019.48	8238371.00	4106.09
INGEMMET_2012	NORMAL	333	243	15	352552.91	8238047.00	4639.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	245	155	35	358785.81	8237213.25	4451.79
INGEMMET_2012	NORMAL	315	225	4	360469.95	8237198.00	4419.91
INGEMMET_2012	NORMAL	139	49	15	366095.72	8236827.00	4146.17
INGEMMET_2012	NORMAL	92	2	8	356261.09	8235110.00	4547.53
INGEMMET_2012	NORMAL	170	80	11	364870.95	8235165.25	4337.67
INGEMMET_2012	NORMAL	302	212	16	365146.94	8234541.25	4355.97
INGEMMET_2012	NORMAL	224	134	6	364824.88	8234235.00	4348.57
INGEMMET_2012	NORMAL	248	158	16	363972.56	8233456.00	4408.78
INGEMMET_2012	NORMAL	268	178	8	364400.78	8233216.00	4477.99
INGEMMET_2012	NORMAL	233	143	15	363426.22	8233158.50	4453.27
INGEMMET_2012	NORMAL	176	86	15	363604.77	8232840.50	4470.25
INGEMMET_2012	NORMAL	243	153	11	363550.36	8232604.00	4501.38
INGEMMET_2012	NORMAL	106	16	30	349892.17	8251989.50	4145.30
INGEMMET_2012	NORMAL	179	89	25	367986.17	8231054.25	4698.01
INGEMMET_2012	NORMAL	254	164	30	368614.55	8231216.00	4637.29
INGEMMET_2012	NORMAL	148	58	50	367677.80	8235560.75	4288.83
INGEMMET_2012	NORMAL	248	158	20	366536.13	8239571.50	4071.72
INGEMMET_2012	NORMAL	233	143	30	367283.31	8244237.25	3973.52

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	242	152	25	366791.95	8244140.00	4122.76
INGEMMET_2012	NORMAL	223	133	21	367512.02	8243706.50	3994.82
INGEMMET_2012	NORMAL	185	95	25	367171.80	8243075.75	4136.88
INGEMMET_2012	NORMAL	141	51	20	366900.98	8242634.75	4055.47
INGEMMET_2012	NORMAL	246	156	20	368143.59	8243558.50	3989.33
INGEMMET_2012	NORMAL	254	164	30	371707.08	8242431.25	3957.23
INGEMMET_2012	NORMAL	226	136	7	373845.98	8243232.25	4023.40
INGEMMET_2012	NORMAL	141	51	47	374542.31	8241020.75	3987.06
INGEMMET_2012	NORMAL	217	127	65	376184.34	8242478.25	4135.32
INGEMMET_2012	NORMAL	137	47	70	366725.25	8247108.75	3984.63
INGEMMET_2012	NORMAL	256	166	35	367458.77	8246291.00	4044.09
INGEMMET_2012	NORMAL	218	128	27	367264.19	8245736.25	4081.81
INGEMMET_2012	NORMAL	261	171	72	367022.05	8245080.25	4057.51
INGEMMET_2012	NORMAL	255	165	63	367288.38	8245022.50	4058.08
INGEMMET_2012	NORMAL	229	139	63	367301.16	8244758.75	4009.27
INGEMMET_2012	NORMAL	344	254	70	374405.64	8247912.00	3894.50
INGEMMET_2012	NORMAL	274	184	7	372351.09	8245028.50	3908.85
INGEMMET_2012	NORMAL	95	5	35	367098.30	8250008.75	3871.89

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	110	20	40	369246.17	8249642.00	3864.80
INGEMMET_2012	NORMAL	149	59	40	372454.55	8249012.75	3888.54
INGEMMET_2012	NORMAL	250	160	17	373004.34	8255202.75	3894.23
INGEMMET_2012	NORMAL	111	21	5	378474.83	8256526.00	3906.39
INGEMMET_2012	NORMAL	90	0	60	378712.25	8254527.50	3972.09
INGEMMET_2012	NORMAL	346	256	38	381448.03	8257572.00	3901.17
INGEMMET_2012	NORMAL	269	179	10	366869.53	8242121.50	4031.20
INGEMMET_2012	NORMAL	303	213	42	376426.66	8261224.25	3840.34
INGEMMET_2012	NORMAL	306	216	30	377272.44	8262223.00	3899.55
INGEMMET_2012	NORMAL	306	216	32	376744.44	8261365.00	3838.76
INGEMMET_2012	NORMAL	336	246	50	376946.36	8262880.25	3859.10
INGEMMET_2012	NORMAL	316	226	42	370280.31	8263271.25	3852.68
INGEMMET_2012	NORMAL	291	201	10	370203.72	8264187.75	3880.50
INGEMMET_2012	NORMAL	318	228	25	371177.78	8265533.00	3836.76
INGEMMET_2012	NORMAL	325	235	25	371911.23	8264993.50	3838.77
INGEMMET_2012	NORMAL	174	84	20	371780.05	8267155.25	3865.03
INGEMMET_2012	NORMAL	155	65	20	371751.30	8266507.00	3886.33
INGEMMET_2012	NORMAL	168	78	20	371948.19	8266223.75	3946.28

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	358	268	25	374670.55	8268808.50	3875.58
INGEMMET_2012	NORMAL	340	250	25	374411.27	8269672.75	3848.22
INGEMMET_2012	NORMAL	354	264	16	375267.56	8269167.00	3828.39
INGEMMET_2012	NORMAL	351	261	16	375144.28	8268996.00	3842.14
INGEMMET_2012	NORMAL	214	124	20	371934.97	8271309.25	3875.89
INGEMMET_2012	NORMAL	202	112	20	371304.80	8270519.25	3928.60
INGEMMET_2012	NORMAL	142	52	4	368078.41	8271255.25	3947.54
INGEMMET_2012	NORMAL	343	253	10	368554.22	8270888.25	3893.13
INGEMMET_2012	NORMAL	201	111	8	366071.75	8266735.75	3846.66
INGEMMET_2012	NORMAL	120	30	21	366821.81	8266627.00	3866.73
INGEMMET_2012	NORMAL	138	48	20	367394.88	8265638.75	3909.93
INGEMMET_2012	NORMAL	330	240	45	382611.38	8263080.00	3840.51
INGEMMET_2012	NORMAL	287	197	30	381940.63	8262129.75	3920.28
INGEMMET_2012	NORMAL	295	205	30	382003.08	8261766.50	3916.35
INGEMMET_2012	NORMAL	105	15	55	383280.77	8260780.75	3874.71
INGEMMET_2012	NORMAL	134	44	25	370137.64	8285183.25	3904.88
INGEMMET_2012	NORMAL	270	180	10	369559.70	8283608.50	3854.14
INGEMMET_2012	NORMAL	250	160	45	368212.69	8283788.25	3860.73

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	110	20	25	372891.14	8280496.75	3846.22
INGEMMET_2012	NORMAL	301	211	25	372805.28	8280291.50	3847.51
INGEMMET_2012	NORMAL	266	176	5	372966.63	8279829.00	3840.09
INGEMMET_2012	NORMAL	95	5	15	371502.00	8279409.50	3842.20
INGEMMET_2012	NORMAL	331	241	35	376370.06	8280588.00	3832.45
INGEMMET_2012	NORMAL	330	240	25	376085.27	8280827.00	3866.89
INGEMMET_2012	NORMAL	129	39	15	374388.23	8280923.75	3892.42
INGEMMET_2012	NORMAL	126	36	15	373968.72	8280787.75	3859.72
INGEMMET_2012	NORMAL	235	145	35	377786.00	8282709.75	3847.59
INGEMMET_2012	NORMAL	235	145	30	377094.33	8284598.00	3908.72
INGEMMET_2012	NORMAL	232	142	30	376972.92	8284209.00	3931.67
INGEMMET_2012	NORMAL	223	133	45	376831.81	8283832.00	3919.44
INGEMMET_2012	NORMAL	151	61	30	377320.52	8284533.50	3938.20
INGEMMET_2012	NORMAL	142	52	40	377575.14	8285415.75	3855.45
INGEMMET_2012	NORMAL	134	44	55	375924.75	8285380.25	3844.58
INGEMMET_2012	NORMAL	225	135	15	376233.03	8284926.75	3991.58
INGEMMET_2012	NORMAL	230	140	15	375470.39	8283879.00	4079.69
INGEMMET_2012	NORMAL	111	21	20	370607.61	8278324.00	3838.61

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	295	205	20	370519.97	8278163.75	3843.04
INGEMMET_2012	NORMAL	197	107	10	374332.66	8277012.50	3844.07
INGEMMET_2012	NORMAL	185	95	15	374295.14	8276609.75	3840.81
INGEMMET_2012	NORMAL	238	148	25	376687.97	8275927.25	3904.41
INGEMMET_2012	NORMAL	322	232	25	376693.34	8277632.50	3880.25
INGEMMET_2012	NORMAL	154	64	72	391685.84	8285315.25	3832.61
INGEMMET_2012	NORMAL	157	67	85	392176.78	8283699.00	3836.71
INGEMMET_2012	NORMAL	168	78	83	392522.14	8282495.00	3825.01
INGEMMET_2012	NORMAL	150	60	52	390007.03	8284938.75	3855.10
INGEMMET_2012	NORMAL	230	140	30	391957.64	8280756.25	3864.56
INGEMMET_2012	NORMAL	296	206	55	391714.69	8280543.50	3841.22
INGEMMET_2012	NORMAL	321	231	75	390784.13	8281702.25	3828.48
INGEMMET_2012	NORMAL	133	43	45	379593.31	8271397.75	3840.66
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	50	379017.25	8272234.50	3829.36
INGEMMET_2012	NORMAL	290	200	40	377724.53	8273096.25	3949.25
INGEMMET_2012	NORMAL	351	261	10	380175.97	8259135.75	4026.60
INGEMMET_2012	NORMAL	293	203	38	376704.52	8259995.25	3850.97
INGEMMET_2012	NORMAL	282	192	20	385622.78	8260323.00	3829.00

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	244	154	15	386678.34	8259277.75	3833.15
INGEMMET_2012	NORMAL	332	242	35	388375.16	8259492.60	3818.11
INGEMMET_2012	NORMAL	293	203	25	374042.13	8282892.00	3905.27
INGEMMET_2012	NORMAL	304	214	35	370240.38	8277626.00	3837.67
INGEMMET_2012	NORMAL	324	234	26	389340.36	8282856.00	3821.90
INGEMMET_2012	NORMAL	304	214	25	375067.05	8280869.00	3885.28
INGEMMET_2012	NORMAL	123	33	30	375091.05	8281020.00	3914.31
INGEMMET_2012	NORMAL	241	151	50	376782.98	8283136.50	3875.01
INGEMMET_2012	NORMAL	222	132	42	376997.33	8283334.25	3940.42
INGEMMET_2012	NORMAL	152	62	75	390507.86	8288510.75	3857.50
INGEMMET_2012	NORMAL	337	247	60	390090.47	8288546.00	3867.11
INGEMMET_2012	NORMAL	125	35	35	390964.48	8290010.00	3890.08
INGEMMET_2012	NORMAL	131	41	20	391506.36	8289483.75	3884.17
INGEMMET_2012	NORMAL	316	226	65	368450.55	8294902.75	4038.46
INGEMMET_2012	NORMAL	329	239	25	368424.66	8294363.00	3880.84
INGEMMET_2012	NORMAL	333	243	20	367971.59	8293187.00	3833.85
INGEMMET_2012	NORMAL	336	246	25	369425.42	8293236.00	3849.52
INGEMMET_2012	NORMAL	348	258	20	371034.97	8293015.75	3846.61

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	274	184	45	377375.03	8293310.50	3851.00
INGEMMET_2012	NORMAL	148	58	75	388392.91	8292743.50	3848.65
INGEMMET_2012	NORMAL	133	43	85	385011.25	8294915.75	3826.28
INGEMMET_2012	NORMAL	136	46	85	383974.23	8295847.50	3829.13
INGEMMET_2012	NORMAL	206	116	30	376315.00	8299850.75	3836.80
INGEMMET_2012	NORMAL	194	104	55	376108.22	8298468.50	3844.15
INGEMMET_2012	NORMAL	99	9	15	375553.86	8296650.00	3888.40
INGEMMET_2012	NORMAL	95	5	30	372627.53	8297492.50	4140.58
INGEMMET_2012	NORMAL	112	22	60	372113.88	8298087.25	4175.11
INGEMMET_2012	NORMAL	343	253	35	372095.55	8298736.25	3999.28
INGEMMET_2012	NORMAL	351	261	38	373173.70	8298729.25	3991.23
INGEMMET_2012	NORMAL	297	207	25	374228.84	8299903.75	3881.58
INGEMMET_2012	NORMAL	335	245	35	372853.55	8300943.25	3909.79
INGEMMET_2012	NORMAL	136	46	30	391498.06	8305802.75	3968.66
INGEMMET_2012	NORMAL	140	50	80	390295.98	8307683.25	3826.30
INGEMMET_2012	NORMAL	340	250	35	385594.00	8305319.25	3839.37
INGEMMET_2012	NORMAL	304	214	38	386349.70	8307605.75	3828.66
INGEMMET_2012	NORMAL	162	72	60	391517.00	8325964.80	3848.11

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	169	79	25	371910.95	8291870.00	3846.12
INGEMMET_2012	NORMAL	146	56	45	388643.98	8287602.25	3917.09
INGEMMET_2012	NORMAL	307	217	40	373529.67	8295766.25	4069.34
INGEMMET_2012	NORMAL	306	216	55	403997.08	8283861.75	4064.77
INGEMMET_2012	NORMAL	301	211	60	402570.92	8284599.75	4119.34
INGEMMET_2012	NORMAL	68	338	25	397494.70	8297378.50	3901.28
INGEMMET_2012	NORMAL	0	270	30	395119.28	8295672.25	4242.41
INGEMMET_2012	NORMAL	9	279	70	395583.16	8292679.00	3988.03
INGEMMET_2012	NORMAL	76	346	40	397691.95	8291405.50	4043.00
INGEMMET_2012	NORMAL	7	277	30	394674.53	8290626.25	3978.45
INGEMMET_2012	NORMAL	2	272	20	395101.47	8289648.75	3886.83
INGEMMET_2012	NORMAL	68	338	45	402864.14	8339710.00	3973.38
INGEMMET_2012	NORMAL	68	338	45	402864.14	8339710.00	3973.38
INGEMMET_2012	NORMAL	3	273	68	404343.94	8339432.75	3911.62
INGEMMET_2012	NORMAL	89	359	20	403667.08	8336221.75	3927.48
INGEMMET_2012	NORMAL	79	349	30	398327.05	8332631.50	3915.97
INGEMMET_2012	NORMAL	63	333	15	399378.56	8331864.75	3866.66
INGEMMET_2012	NORMAL	61	331	15	399363.78	8331851.00	3871.86

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	61	331	30	401431.22	8327702.25	3986.69
INGEMMET_2012	NORMAL	86	356	65	400002.50	8327164.75	3846.41
INGEMMET_2012	NORMAL	81	351	50	400590.41	8326191.75	3955.03
INGEMMET_2012	NORMAL	1	271	25	398957.66	8324900.75	3889.24
INGEMMET_2012	NORMAL	1	271	25	398957.66	8324900.75	3889.24
INGEMMET_2012	NORMAL	48	318	30	402852.81	8322760.50	4245.41
INGEMMET_2012	NORMAL	56	326	50	405972.98	8322564.00	3896.38
INGEMMET_2012	NORMAL	18	288	45	404990.08	8322092.75	3932.86
INGEMMET_2012	NORMAL	80	350	15	360171.36	8259975.50	3893.03
INGEMMET_2012	NORMAL	87	357	18	361684.56	8260280.25	3868.38
INGEMMET_2012	NORMAL	47	317	15	364483.61	8267402.75	3927.34
INGEMMET_2012	NORMAL	62	332	10	365190.00	8267769.50	3850.00
INGEMMET_2012	NORMAL	11	281	25	356257.77	8267363.25	4020.69
INGEMMET_2012	NORMAL	43	313	16	351760.55	8267486.50	3947.41
INGEMMET_2012	NORMAL	2	272	8	357423.19	8271503.50	3938.52
INGEMMET_2012	NORMAL	32	302	30	357720.23	8269950.50	3958.66
INGEMMET_2012	NORMAL	38	308	35	354606.86	8277116.00	3899.76
INGEMMET_2012	NORMAL	25	295	15	357946.77	8269561.00	3929.41

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	54	324	40	347284.59	8256783.25	4780.17
INGEMMET_2012	NORMAL	27	297	23	347129.09	8256182.25	4718.69
INGEMMET_2012	NORMAL	63	333	7	360189.05	8254699.25	3910.21
INGEMMET_2012	NORMAL	15	285	50	346617.59	8254369.25	4362.10
INGEMMET_2012	NORMAL	67	337	20	359164.95	8253336.25	3951.83
INGEMMET_2012	NORMAL	46	316	35	347785.27	8252978.00	4334.48
INGEMMET_2012	NORMAL	77	347	30	356068.52	8251844.00	3976.24
INGEMMET_2012	NORMAL	65	335	38	362133.75	8250385.00	3984.17
INGEMMET_2012	NORMAL	78	348	40	362184.70	8249552.50	3991.07
INGEMMET_2012	NORMAL	87	357	35	363750.78	8249134.50	3948.48
INGEMMET_2012	NORMAL	82	352	40	362979.17	8248888.25	3938.00
INGEMMET_2012	NORMAL	79	349	40	363822.59	8248503.25	3963.69
INGEMMET_2012	NORMAL	21	291	37	339875.23	8248650.25	4309.45
INGEMMET_2012	NORMAL	83	353	35	362489.42	8248205.50	4076.17
INGEMMET_2012	NORMAL	64	334	45	349146.75	8247974.75	4331.48
INGEMMET_2012	NORMAL	84	354	32	349264.97	8247706.50	4230.31
INGEMMET_2012	NORMAL	74	344	20	345565.78	8245989.50	4429.69
INGEMMET_2012	NORMAL	73	343	52	350399.61	8245896.75	4093.69

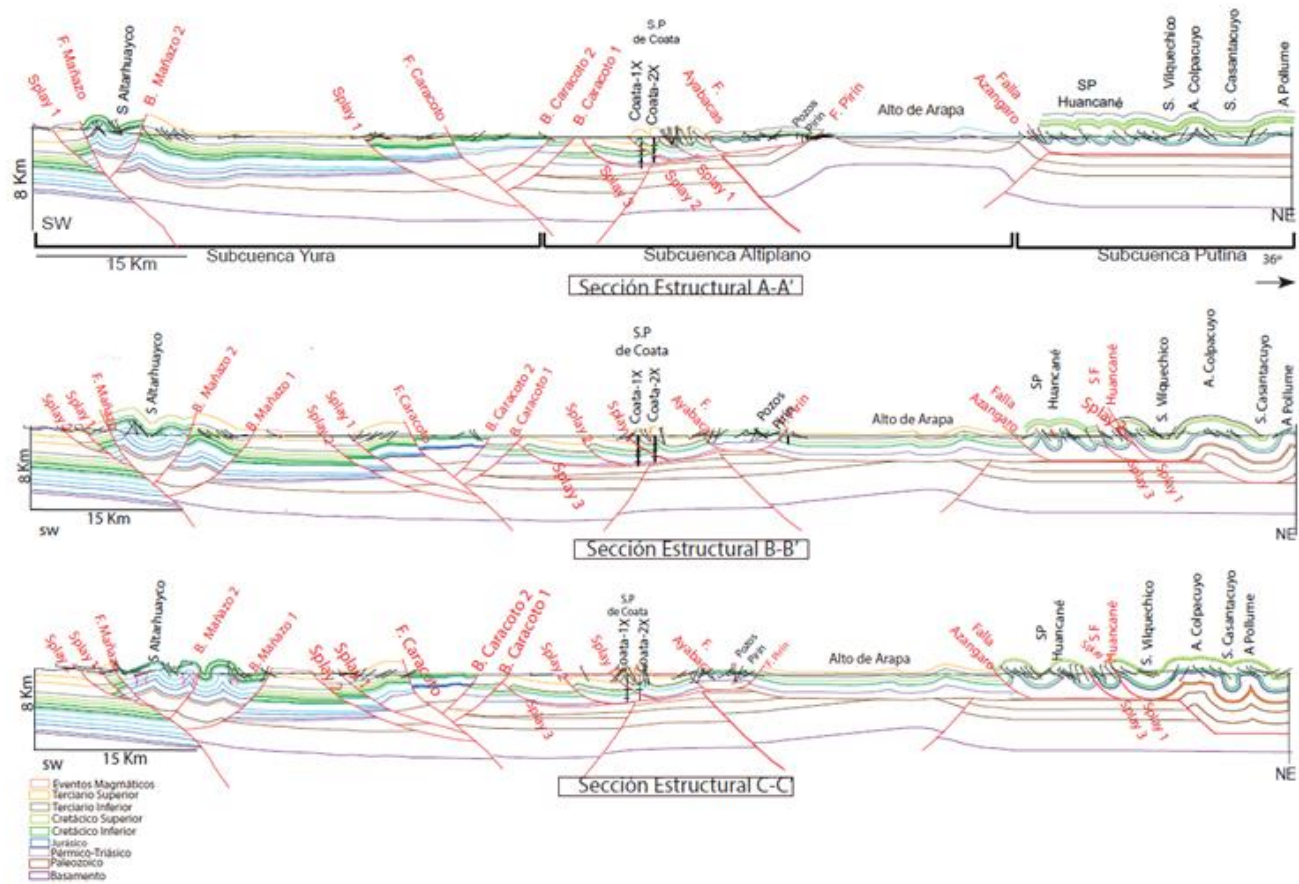
FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	79	349	43	348988.03	8245880.50	4147.28
INGEMMET_2012	NORMAL	72	342	60	351236.09	8245868.25	4169.07
INGEMMET_2012	NORMAL	88	358	34	348662.28	8245706.75	4140.34
INGEMMET_2012	NORMAL	82	352	30	353193.63	8245701.00	4445.72
INGEMMET_2012	NORMAL	68	338	28	346621.70	8245581.50	4338.59
INGEMMET_2012	NORMAL	86	356	30	353484.22	8245521.75	4509.45
INGEMMET_2012	NORMAL	85	355	30	353205.22	8245308.00	4422.00
INGEMMET_2012	NORMAL	78	348	45	347378.34	8244818.00	4348.76
INGEMMET_2012	NORMAL	75	345	56	353406.48	8244694.50	4262.52
INGEMMET_2012	NORMAL	87	357	51	355692.78	8243213.75	4633.14
INGEMMET_2012	NORMAL	88	358	55	362903.17	8243113.25	4294.24
INGEMMET_2012	NORMAL	87	357	35	356187.53	8242931.50	4689.69
INGEMMET_2012	NORMAL	7	277	25	353718.55	8239540.00	4768.07
INGEMMET_2012	NORMAL	85	355	10	354232.13	8239242.00	4681.00
INGEMMET_2012	NORMAL	50	320	15	356513.91	8238704.50	4421.41
INGEMMET_2012	NORMAL	28	298	15	352731.11	8238160.00	4644.38
INGEMMET_2012	NORMAL	79	349	20	357064.66	8237427.50	4454.55
INGEMMET_2012	NORMAL	15	285	18	367781.52	8231089.75	4706.10

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	NORMAL	36	306	29	367955.97	8237653.50	4292.28
INGEMMET_2012	NORMAL	54	324	50	368509.52	8238804.00	4156.31
INGEMMET_2012	NORMAL	37	307	45	368674.84	8239357.00	4150.14
INGEMMET_2012	NORMAL	84	354	85	369831.84	8247546.50	4032.66
INGEMMET_2012	NORMAL	76	346	20	379753.11	8250621.50	3974.17
INGEMMET_2012	NORMAL	55	325	55	378462.84	8254095.25	3959.59
INGEMMET_2012	NORMAL	34	304	50	378349.63	8263404.00	3879.97
INGEMMET_2012	NORMAL	71	341	55	382846.33	8262769.25	3882.79
INGEMMET_2012	NORMAL	79	349	15	371673.80	8281256.50	3837.93
INGEMMET_2012	NORMAL	71	341	60	372245.70	8281118.00	3838.21
INGEMMET_2012	NORMAL	4	274	22	376586.16	8282164.50	3835.21
INGEMMET_2012	NORMAL	64	334	25	376606.45	8276296.50	3908.28
INGEMMET_2012	NORMAL	22	292	25	387777.06	8259014.00	3824.28
INGEMMET_2012	NORMAL	44	314	20	372429.63	8280153.00	3852.21
INGEMMET_2012	NORMAL	38	308	40	375908.08	8297570.50	3851.41
INGEMMET_2012	NORMAL	4	274	25	386735.05	8309109.25	3844.79
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	128	38	35	424062.94	8322875.50	3897.34
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	156	66	45	414923.50	8311334.50	3864.18

FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	113	23	60	414318.64	8310371.50	3892.45
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	140	50	30	415434.50	8310261.50	3987.86
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	168	78	30	414989.39	8309585.50	3849.20
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	172	82	50	414478.20	8310882.75	3950.49
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	135	45	40	404730.23	8337865.50	3841.28
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	109	19	80	400668.59	8333452.50	3941.44
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	138	48	50	411947.30	8326745.00	3869.05
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	157	67	70	414683.64	8326523.75	3837.04
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	159	69	80	414780.77	8326000.50	4038.90
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	122	32	75	419108.66	8319871.50	3946.22
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	149	59	55	410688.25	8318272.00	3879.08
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	171	81	35	410534.70	8317556.50	4116.24
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	111	21	50	410809.16	8316711.25	4060.14
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	124	34	30	415019.69	8315515.75	3941.44
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	114	24	20	416878.86	8314643.75	3869.05
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	142	52	20	415195.69	8314599.00	3837.04
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	128	38	25	416015.23	8314315.00	4038.90
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	112	22	25	416240.33	8313893.00	3946.22

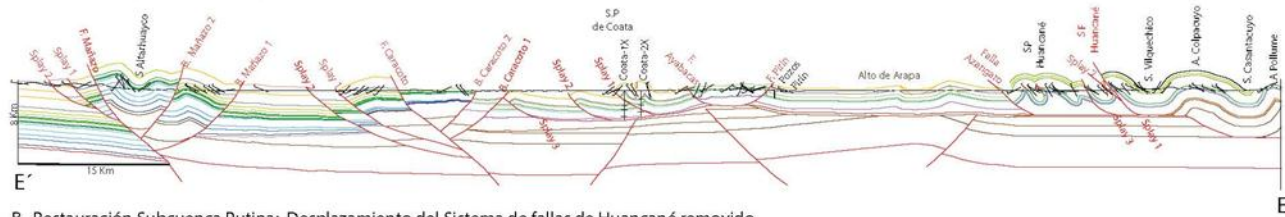
FUENTE	TIPO	RUMBO	Dirección de Buzamiento	Buzamiento	X (Este)	Y (Norte)	Z(Altura m)
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	336	246	85	390502.53	8285573.25	3879.08
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	72	342	45	398914.66	8333828.50	4116.24
INGEMMET_2012	INVERTIDOS	63	333	25	399035.42	8333435.75	4060.14

Anexo B. Secciones estructurales A-A', B-B', C-C'

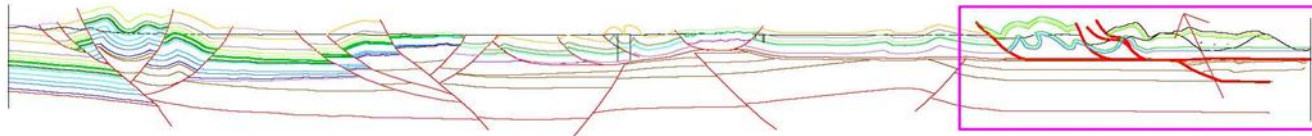


Anexo C. Restauración final

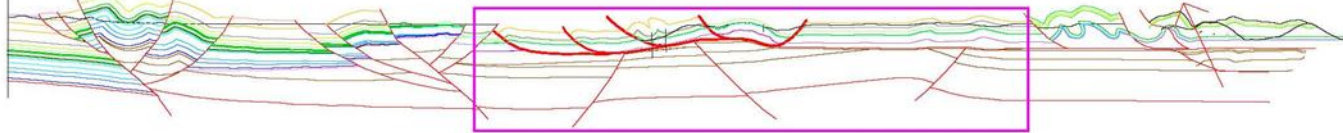
A. Estado Inicial (Estado presente)



B. Restauración Subcuenca Putina: Desplazamiento del Sistema de fallas de Huancané removido.



C. Restauración Subcuenca Altiplano: Desplazamiento del Sistema de fallas de Coata, fallas Ayabacas y Pirin removido



D. Horizontalización o Unfold de las formaciones Mesozoicas a través de toda la sección.

