



XVIII Congreso Peruano de Geología

Evolución Geotectónica de la Deflexión de Cajamarca y su Implicancia en la Metalogenia del Norte del Perú

Orlando Bazán¹

¹ Universidad Nacional de Cajamarca, EAP. Ing. Geológica, Av. Atahualpa 1050, Cajamarca, Perú (obazans@unc.edu.pe)

1. Introducción

La deflexión de Cajamarca es una estructura tectónica ubicada en el sector noroccidental del Perú, entre los paralelos 7°S y 8°S y los meridianos 78°O y 79°O, donde las estructuras de la cordillera occidental de dirección NNO, cambian a una dirección ONO - ESE. En torno a esta estructura tanto al norte (Cajamarca) como al sur (La Libertad) se presentan clusters de yacimientos minerales predominantemente pórfidos (Cu - Au) y epitermales (Au, Ag) relacionados al magmatismo - vulcanismo cenozoico (Grupo Calipuy) con características particulares. La presente investigación se realizó con la finalidad de interpretar los procesos geológicos y tectónicos que dieron lugar a la formación de la deflexión de Cajamarca y su implicancia en los procesos magmático - volcánicos así como en la metalogénesis de los yacimientos minerales emplazados en esta área.

2. Evolución Geotectónica de la Deflexión de Cajamarca

La deflexión de Cajamarca se desarrolla dentro de la cuenca sedimentaria Cajamarca heredando estructuras tectónicas pre y sin-sedimentarias como los límites de cuenca. La cuenca de Cajamarca se dio lugar en el Triásico superior formando parte de la cuenca occidental peruana, separada al norte de la cuenca Cutervo - Jaén, a través del sistema Transformante Hualgayoc (Wilson, 2000), y al sur de la cuenca Santa a través del sistema Transformante Trujillo a la altura del paralelo 8°S (Wilson, 2000). En el Cretáceo inferior hasta el Aptiano la Transformante

Hualgayoc juega un papel importante en la diferenciación de sedimentación (ver Figura 1), al norte la cuenca Cutervo - Jaén constituye una plataforma silíceo - clásica depositando el Grupo Goyllarisquiza indiferenciado alcanzando un espesor de 900 m, y al sur en la cuenca Cajamarca el Grupo Goyllarisquiza llega a medir 2600 m diferenciándose las unidades Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. En el Aptiano - Albiano ocurre una transgresión marina y posterior subsidencia con mayor incidencia en la cuenca Cutervo - Jaén, llegando a depositarse en su depocentro localizado en el sector Lajas, hasta 2600 m de rocas carbonatadas incluyendo las unidades Chúlec, Pariatambo, Yumagual, Mujarrúm, Quilquiñán y Cajamarca, mientras que en la cuenca Cajamarca sólo llega a los 2300m.

La formación de la deflexión de Cajamarca se inicia en el Campaniano, en la fase tectónica Peruana (Benavides, 1999), cuando la placa Farallón se subducía bajo la placa Sudamericana con dirección NNE (Pardo-Casas & Molnar, 1987), provocando el levantamiento de la cuenca Cajamarca con respecto a la cuenca Cutervo produciendo la depositación de la molasas de la Fm. Chota, y un plegamiento inicial de dirección NO, mientras que el geoanticlinal del Marañón permanece inmóvil provocando que la faja corrida y plegada del Marañón (FCPM) tenga una componente strike slip dextral; que sumados a los esfuerzos tectónicos transpresivo dextral que se dan lugar en el frente andino oriental provocan la formación de fallas transcurrentes de dirección NNO, como el sistema de fallas Ascope - Cutervo y la falla Santiago de Chuco - Cajabamba que juegan un papel importante en la evolución de la deflexión de Cajamarca (Figura 2).

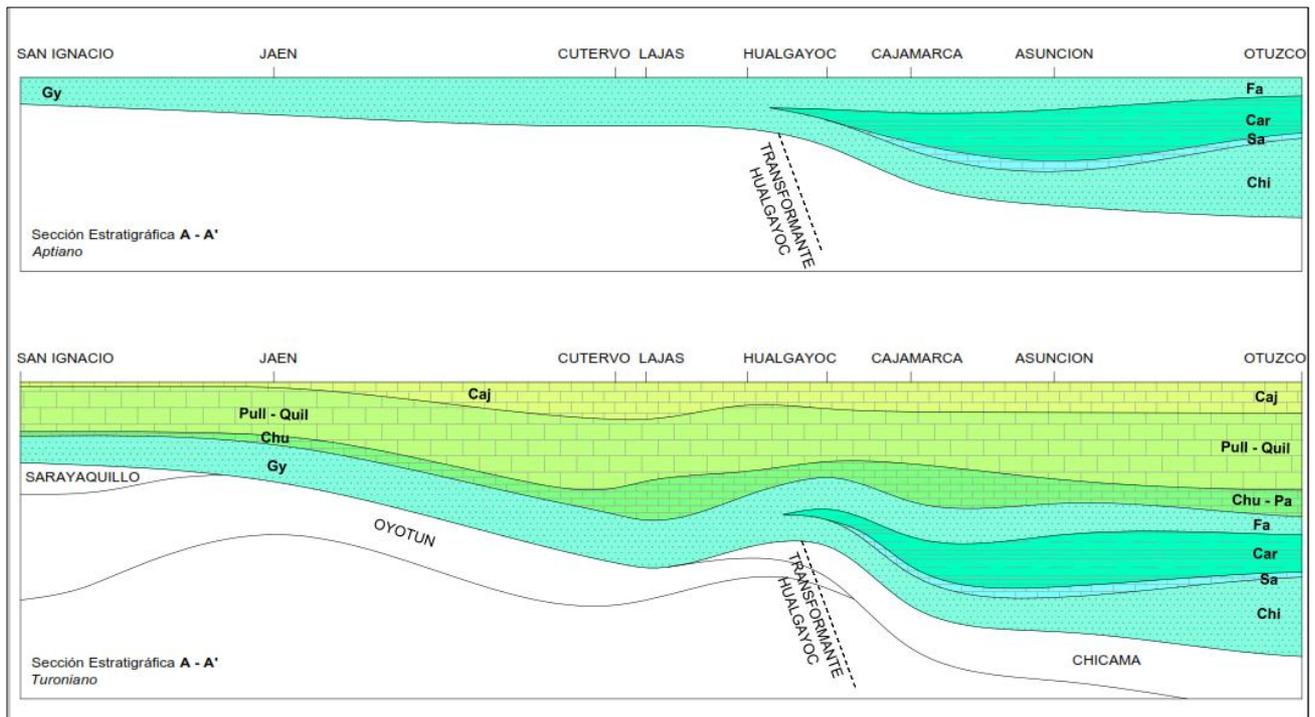


Figura 1. Configuración paleogeográfica de la cuenca sedimentaria Cajamarca (Sección N – S) para el Aptiano (Arriba) y para el Turoniano (Abajo). Elaborado a partir de: Benavides 1956, Wilson 2000.

La compresión se acentúa en el Paleoceno con la fase tectónica Inca 1 (Benavides, 1999), caracterizada por un intenso plegamiento NO – SE y fallamiento NE en las rocas del Cretáceo, y depositación discordantemente de los Volcánicos Llama sobre las rocas sedimentarias (Benavides, 1999).

En el Eoceno temprano (43 – 42 Ma) se produce la fase tectónica Inca 2 (Benavides, 1999), que se caracterizó por una fuerte compresión que afecta la columna sedimentaria Cretácica, originando repliegues y fallas inversas de tendencia NO a ONO, seguida de la depositación del Volcánico Porculla.

Esta fase es decisiva en la evolución de la deflexión de Cajamarca ya que se produce una rotación de la cuenca Cajamarca en sentido antihorario (ver Figura 2) que en el Oligoceno alcanza los 25° demostrado por estudios paleomagnéticos (Mitouard, 1992), esta rotación estaría relacionada al comportamiento transpresivo sinistral de las Transformantes Hualgayoc y Trujillo reactivando las fallas Ascope – Cutervo y Santiago de Chuco – Cajabamba en sentido dextral (D. Torres, com. per., 2016). Mientras que el geoanticlinal del Marañón continúa rígido recalando el desplazamiento transcurrante dextral a lo largo de la FCPM. En la cuenca de Cajamarca el prisma sedimentario Cretácico fue sometido a un intenso plegamiento, que se despegó a nivel de las lutitas Chicama, iniciándose un cabalgamiento contra el flanco occidental del geoanticlinal del Marañón formándose sobreescurrecimientos (Reyes, 1980). Mientras que al norte, en la cuenca Cutervo, disminuyen los sobreescurrecimientos sin sufrir rotación considerable, controlado por el límite septentrional de la cuenca de la Formación Chicama que coincide con la Transformante de Hualgayoc. En la cobertera sedimentaria plegada, al experimentar menor transporte lateral en el norte (cuenca Cutervo) en comparación con el sur (cuenca Cajamarca), los ejes

cambiaron de rumbo hasta ONO (Reyes, 1980). Se evidencia un aumento en el grado de levantamiento al sureste, como se observa en la actual exposición de las rocas mesozoicas (ver Figura 3), al sureste de la falla Cascas – Lucma afloran las lutitas de la Fm. Chicama, mientras que al noreste hasta la falla Cajamarca se presentan las rocas silíceo-clásticas y carbonatadas del Cretáceo inferior (Grupo Goyllarisquiza y Fm. Chúlec – Pariatambo), y luego al noreste se reconocen las rocas carbonatadas del Cretáceo superior.

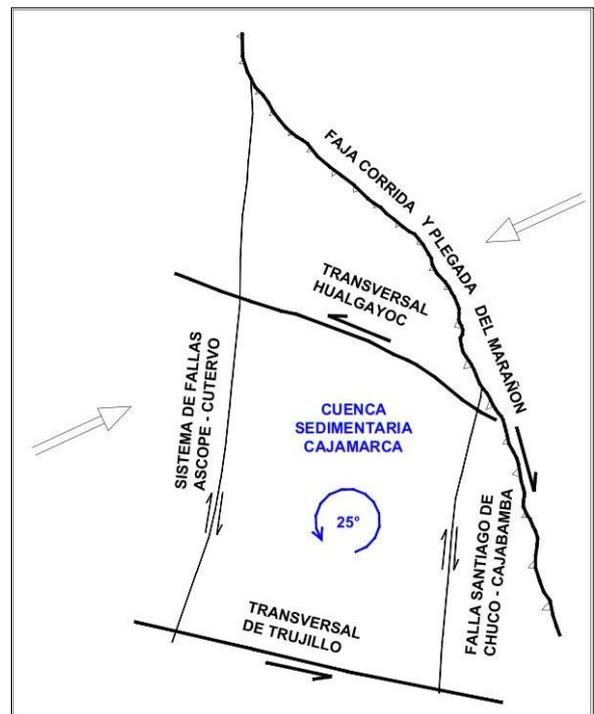


Figura 2. Modelo estructural simplificado de la rotación antihoraria de la cuenca sedimentaria Cajamarca. (Ver texto)

En el Oligoceno (30 Ma) se produce el fracturamiento progresivo de la placa Farallón (Atwater, 1989) dando origen a la placa de Vancouver (futura placa Juan de Fuca), la Placa Guadalupe y la placa Nazca (Hey, 1977). Provocando una disminución de la tasa de convergencia y la dirección de convergencia de la placa de Nazca rota en sentido horario hasta E - O (Pardo-Casas & Molnar, 1987). La Fase Inca 3 (Benavides, 1999), coincide con esta etapa provocado por una relajación del esfuerzo tectónico dando como resultado reactivación de las estructuras de la deflexión de Cajamarca a un régimen transtensivo.

En el Mioceno temprano (22 Ma) Se produjo una rotación en sentido horario de la dirección de convergencia de la placa de Nazca hasta S75°E - S80°E con un alto ratio de convergencia (Pardo-Casas y Molnar, 1987) dando lugar a la fase tectónica Inca 4 (Benavides, 1999) provocando la reactivación de las estructuras a un régimen transpresivo sinistral, en esta etapa el sistema de fallas Ascope - Cutervo sufre un fuerte desplazamiento sinistral en el basamento provocando la torsión sigmoidal observada localmente en el extremo occidental de los

pliegues de la región de Cajamarca (Dalmayrac et. al. 1988), como en la zona de Guzmango (al sur) y Chancay Baños (al norte); otra estructura que sufre reactivación es la falla Punre - Cachis, el comportamiento inicial de esta falla fue transpresivo dextral, y se reactiva en sentido sinistral, con componente tensional en las zonas de inflexión, propicias para el emplazamiento de sistemas porfíricos (Rivera, 2008).

Durante el Mioceno medio y tardío continúan los procesos tectónicos, Fase Quechua 1 y Quechua 2 (Benavides, 1999) con una disminución en el ratio de convergencia y una rotación de la dirección de convergencia en sentido antihorario (Pardo-Casas y Molnar, 1987), reactivando las fallas preexistentes y provocando fallamiento trasandino de dirección SO - NE que afectan a las rocas volcánicas del Paleógeno y Neógeno temprano, que afectan el basamento controlando el emplazamiento de magmas y la mineralización, como en los corredores estructurales Chicama - Yanacocha y Santa - Huamachuco (Quiroz, 1997), algunas de estas fallas son las fallas Chongoyape, Yanacocha y Otuzco.

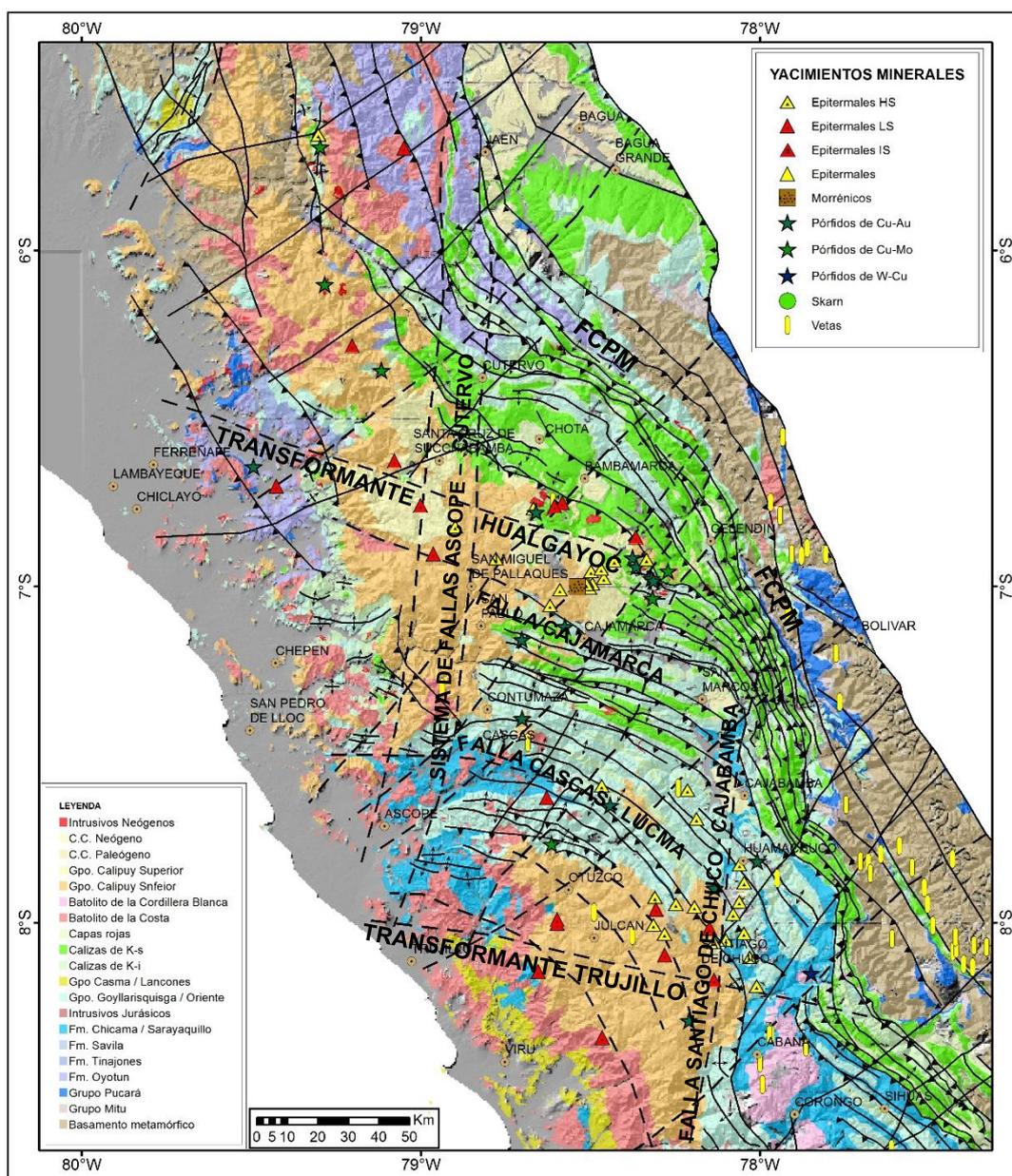


Figura 3. Plano Geológico Regional, mostrando las principales estructuras de la Deflexión de Cajamarca.

3. Características Magmáticas en torno a la Deflexión de Cajamarca

El magmatismo en torno a la deflexión de Cajamarca se inicia en el Cretáceo superior después de la tectónica Peruana (Figura 4) con el emplazamiento de intrusiones del Batolito de la Costa, con evidente mayor desarrollo y exposición al sur de la deflexión de Cajamarca (Sector La Libertad – Ancash), caracterizada por rocas ácidas de las series calcoalcalinas a calcoalcalinas ricas en K, granitos y granodioritas. (Datos de Mamani et. al. 2010)

Después de la tectónica Inca 1 se afianza el magmatismo dando lugar al arco volcánico Llama (Mamani et. al. 2010) de unos 30 Km de ancho, predominantemente al norte de la deflexión (Sector Cajamarca – Incahuasi), con el emplazamiento de intrusiones del Batolito de la Costa, subvolcánicos y derrames lávicos, rocas intermedias de la serie calcoalcalina, mientras que en el sector sur se aprecia una restringida actividad volcánica predominantemente ácida (Figura 4).

Posterior a la tectónica Inca 2, se incrementó la actividad magmático – volcánica a lo largo del arco volcánico Pativilca (Mamani et. al. 2010), que se ensancha al este alcanzando unos 60 Km tanto al norte como al sur de la deflexión de Cajamarca, esto se produjo por la disminución en el ángulo de subducción. Se emplazan intrusiones, subvolcánicos y flujos lávicos e ignimbríticos (Figura 4). En el sector norte, los flujos lávicos son de carácter intermedio a básico de las series calcoalcalina y calcoalcalina rica en K, traquiandesitas, andesitas y andesitas basálticas; y las intrusiones y flujos ignimbríticos son de carácter ácido predominantemente riolíticos; mientras que en el sector sur los flujos lávicos son de carácter intermedio a ácido de la serie calcoalcalina, andesitas basálticas, andesitas, traquitas y dacitas, y las rocas intrusivas e ignimbríticas son ácidas, dacitas y riolitas (Datos de Mamani et. al. 2010).

Después de la tectónica Inca 3, en el sector norte se evidencia predominancia de actividad magmática subvolcánica y plutónica (Figura 4), con emplazamiento de rocas desde básicas a ácidas, gabrodioritas, dioritas y granodioritas; respecto al sector sur donde predomina la actividad volcánica de flujos lávicos en el arco volcánico Calamarca (Mamani et. al. 2010), con carácter intermedio de la serie calcoalcalina, andesitas basálticas y andesitas. En el sector sur se da lugar a un corto episodio de mineralización del Oligoceno con pórfidos de Cu – Au – Mo, como el prospecto Milagros en profundidad (29.54 Ma) y la Arena (25.81 Ma), y epitermales de Au – Ag como Los Goitos (25.62 Ma) y Tres Cruces (25.25 Ma) en el distrito Alto Chicama (Montgomery, 2012). Ocurre lo propio después de la tectónica Inca 4, produciendo un engrosamiento cortical, con evidente desplazamiento del arco volcánico hacia el este, arco volcánico Calipuy (Mamani et. al. 2010), e incremento de actividad subvolcánica y volcánica piroclástica en el sector sur, con rocas intermedias a ácidas, andesitas y dacitas. Aquí inicia la época metalogénica miocénica, resultando la formación de pórfidos de Cu – Au – (Mo), Minas Conga (23.2 – 17.1 Ma), Michiquillay (19.77 Ma), La Carpa (17,85 Ma) y El Galeno (17.50 Ma) (Davies, 2002), mientras que

en el sector de Alto Chicama se emplazan depósitos epitermales de alta sulfuración Au – Ag como El Toro (19.34 Ma), Lagunas Norte (17.36 Ma), La Capilla (17.09 Ma), Lagunas Sur (16.46 Ma) y Alto la Bandera (16.38 Ma), y pórfidos de Cu – Au – (Mo) como el prospecto Milagros (17.72 Ma) (Montgomery, 2012).

Ulteriormente a la tectónica Quechua 1 se intensifica el engrosamiento cortical con mayor énfasis al norte de la deflexión de Cajamarca incrementándose la actividad volcánica con flujos lávicos e ignimbríticos (Figura 4), con continuo desplazamiento del arco volcánico hacia el este, arco volcánico Huambos, con rocas intermedias a ácidas de las series calcoalcalina y calcoalcalina rica en K, andesitas, dacitas y traquitas, rocas con firma adakítica y altos ratios Sr/Y, anomalías negativas de Ta, Nb y Ti, y empobrecidas en HREE (Datos de Mamani et. al. 2010); mientras que en el sector sur disminuye considerablemente la actividad volcánica y aumenta la actividad subvolcánica y plutónica (Figura 4), con rocas ácidas de las series calcoalcalina rica en K y Shoshonítica, granitos y granodioritas, también de firma adakítica con anomalías negativas de Ta, Nb y Ti y anomalías positivas de Sr (Datos de Mamani et. al. 2010). En el sector norte se da lugar la época metalogénica del Mioceno medio con el emplazamiento de pórfidos Cu – Au como Cerro Corona (14.4 Ma) y Epitermales de Au – Ag – (Cu) como Tantahuatay (13.2 Ma) y el distrito Yanacocha (11.46 – 10.92 Ma) (Davies, 2002), mientras que en el sur esta fase representa el episodio metalogénico final con la formación de depósitos tipo cordillerano en gran parte de intermedia sulfuración, como las vetas de Ag – polimetálicas del depósito Quiruvilca (15.2 Ma) y Las Princesas (15.69 Ma) (Montgomery, 2012).

La tectónica Quechua 2 significó el final de la actividad magmático – volcánica en torno a la deflexión de Cajamarca.

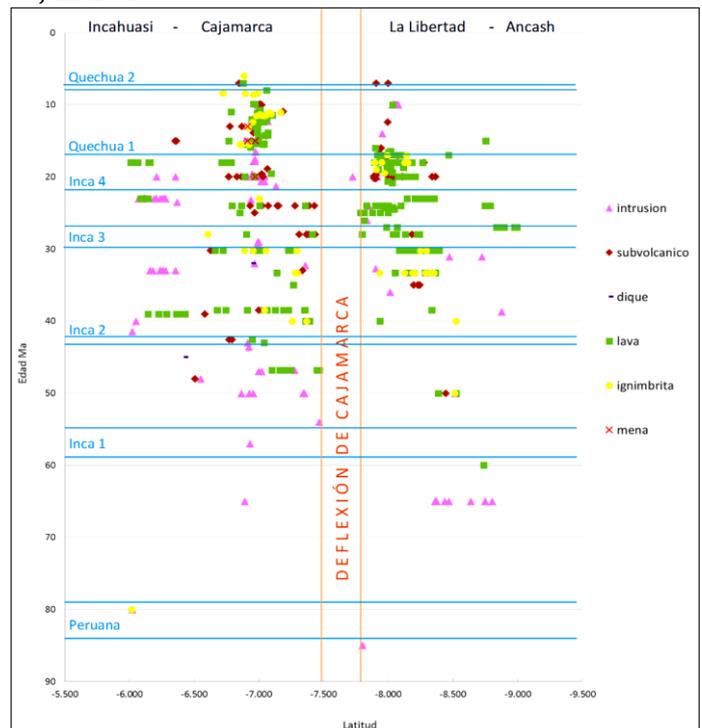


Figura 4. Relación magmático – tectónica en torno a la Deflexión de Cajamarca (Base de datos, Mamani et. al. 2010)

4. Conclusiones

La deflexión de Cajamarca se formó durante la evolución del Ciclo Andino desde el Campaniano (fase tectónica Peruana) hasta el Mioceno tardío (fase tectónica Quechua 2), alcanzando su máxima deformación en la fase tectónica Inca 2 donde el alto ratio de convergencia de placas provoca la compresión del prisma sedimentario Cretácico en la cuenca Cajamarca que se despegó a nivel de las lutitas Chicama imbricándose contra el flanco occidental del geoanticlinal del Marañón formando sobreescurrecimientos. Relacionado al comportamiento transpresivo sinistral de las Transformantes Hualgayoc y Trujillo (de dirección N100°-110°) se produce una rotación de hasta 25° en sentido antihorario de la cuenca Cajamarca y reactivación de las fallas Ascope - Cutervo y Santiago de Chuco - Cajabamba en sentido dextral, estableciéndose así el rumbo ONO que se observa actualmente en las estructuras, con mayor desarrollo en el sur, mientras que al norte disminuyen los sobreescurrecimientos sin sufrir rotación considerable, controlado por el límite septentrional de la cuenca de la Formación Chicama que coincide con la Transformante de Hualgayoc.

El desarrollo de la deflexión de Cajamarca controló los procesos magmático - volcánicos en el norte del Perú, incidiendo en su diferenciación después de cada episodio tectónico tanto en la forma de emplazamiento (intrusiones, subvolcánicos y volcánicos) como en su composición, generando un arco volcánico que migra continuamente hacia el este y un engrosamiento cortical mucho mayor al norte que al sur de la deflexión. Así mismo controla la metalogénesis de los yacimientos minerales que al sur de la deflexión se inicia en el Oligoceno hasta el Mioceno medio con el emplazamiento de pórfidos de Cu - Au - Mo, epitermales de Au - Ag y vetas tipo cordillerano; y en al norte de la deflexión se da durante el Mioceno emplazándose principalmente pórfidos de Cu - Au - (Mo) y epitermales de Au - Ag - (Cu)

Referencias

- Atwater, T. 1989. Plate Tectonic History of the Northeast Pacific and Western North America. Geological Society of America, v. N, p. 21-72.
- Benavides, V. 1956. Cretaceous system in northern Peru. Bulletin of the American Museum of Natural History, v. 108, p. 353-494.
- Benavides, V. 1999. Orogenic evolution of the Peruvian Andes: The Andean cycle. Society of Economic Geologists, Special Publication 7, p. 61-107.
- Cossío, A., Jaen H. 1967. Geología de los Cuadrángulos Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa. Servicio de Geología y Minería, Bol. 17, 157 p.
- Dalmayrac, B., Laubacher, G., y Marocco, R. 1988. Caracteres generales de la evolución geológica de los Andes Peruanos. IGEMMET, Serie D, Bol 12, 318 p.
- Davies, R. 2002. Tectonic, Magmatic and Metallogenic Evolution of the Cajamarca Mining District, Northern Peru. Ph.D thesis, School of Earth Sciences, James Cook University, Australia, 323 p.
- Hey, R. 1977. Tectonic evolution of the Cocos-Nazca spreading center, Geological Society of America, v. 88, p. 1404-1420.
- Mamani, M., Carlotto, V., Santos, A., Rodríguez, J., Cueva, E., Chavez, L., Cereceda, C., Rodríguez, R., Cacya, L., Choquehuanca, S. 2010. Base de datos Nacional de Geoquímica para Rocas Ígneas del Perú. XV Congreso peruano de Geología, Publicación Especial N°9, p. 930-933.
- Mamani, M., Navarro, P., Carlotto, V., Acosta, H., Rodríguez, J., Jaimes, F., Santos, A., Rodríguez, R., Chavez, L., Cueva, E., Cereceda, C. 2010. Arcos Magmáticos mesozoicos del Perú. XV Congreso peruano de Geología, Publicación Especial N°9, p. 563-570.
- Mitouard, P., C. Laj, T. Mourier, y C. Kissel. 1992. Paleomagnetic study of an arcuate fold belt developed on a marginal orogen: The Cajamarca deflection, northern Peru. Earth Planet. Sci. Lett., v. 112, p. 41-52.
- Montgomery, A.T. 2012. Metallogenetic controls on Miocene High- Sulphidation Epithermal Gold Mineralization, Alto Chicama District, La Libertad, Northern Perú. Ph.D thesis, Queen's University Kingston, Ontario, Canada, 455 p.
- Pardo - Casas, F y Molnar, P. 1987. Relative motion of the nazca (Farallón) and South American plates since late cretaceous time. TECTONICS, v. 6, p. 233-248.
- Quiroz, A. 1997. El corredor estructural Chicama - Yanacocha y su importancia en la metalogenia del norte del Perú. IX Congreso Peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú, v. 1, p. 149-154.
- Rivera, R. 2008. Geoquímica Isotópica de Plomo en los Pórfidos Miocénicos del Norte del Perú - Región Cajamarca. Red DESIR, Tesis MSc, 130 p.
- Reyes, L. 1980. Geología de los Cuadrángulos Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. IGEMMET, Serie A, Bol 31, 82 p.
- Steinmann, G. 1929. Geologie von Peru. Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg, 448 p.
- Wilson, J. 1984. Geología de los Cuadrángulos Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepen. IGEMMET, Serie A, Bol 38, 120 p.
- Wilson, J. 2000. Structural development of the Northern Andes of Peru. X Congreso Peruano de Geología, 16 p.