



## Resumen de la Conferencia / Conference Abstract

[Regresar](#)

MOODY, TIMOTHY

[CURRICULUM RESUME](#)

[TRABAJO COMPLETO / COMPLETE PAPER](#)

### Los yacimientos de óxido de hierro-cobre en Marcona, Perú

Timothy C Moody, Nicholas Hawkes, David Ramos, Stefanie Loader, Ricardo Panez, Cayley Abbott, Jorge Carbonell & Richard H Sillitoe

### Los yacimientos de óxido de hierro-cobre en Marcona, Perú

**Timothy C Moody, Nicholas Hawkes, David Ramos, Stefanie Loader, Ricardo Panez, Cayley Abbott, Jorge Carbonell & Richard H Sillitoe**

Ubicado aproximadamente 400 km al sur de Lima, Marcona es el yacimiento de hierro más grande conocido en la faja costera del Pacífico en Sudamérica. Se empezó a minar hierro en Marcona en 1953 y hoy Shougang Hierro Perú opera la mina. Los recursos estimados de hierro incluyen 1.400 Mt en Marcona y 1.000 Mt en el prospecto cercano Pampa de Pongo. Es probable que el minado de cobre a pequeña escala haya empezado varios kilómetros al noreste de las minas de hierro Marcona, cerca del prospecto actual Mina Justa, a fines del siglo diecinueve, y el minado informal continuó esporádicamente hasta principios de los noventa. En 1994, Rio Tinto empezó la exploración de cobre-oro asociado a óxido de hierro en el Perú y en el mismo año descubrió el yacimiento Pampa de Pongo. En diciembre del 2000, Rio Tinto llegó a un acuerdo de sociedad de riesgo compartido con Shougang Hierro Perú para la exploración de cobre en el distrito de Marcona y en el 2003 informó del descubrimiento de importantes recursos de óxido y sulfuro de cobre cercanos a la mina Marcona. La mayor parte de los yacimientos de hierro en el distrito contienen algo de cobre, oro y plata.

Las principales unidades de roca que alojan la mineralización de magnetita y cobre en el distrito de Marcona son las Formaciones Marcona y Río Grande. La Formación Marcona se ha fechado como Paleozoico temprano y tiene que ser anterior al batolito San Nicolás ~420 Ma que lo intruye al lado occidental del distrito. Sobre la base de contenido fósil y algo de datación radiométrica, la Formación Río Grande ha sido asignada al Jurásico medio a tardío. Cuerpos menores de hierro cortan localmente los gneis de basamento asignados a la Formación Lomas del Precámbrico. El prospecto cercano de hierro (cobre-oro) Pampa de Pongo se encuentra en la Formación Jahuay que es estratigráficamente superior y se considera un sistema mineralizado separado del de Marcona.

Alteración de flogopita y sericita asociada a la mineralización de hierro-cobre ha sido ya fechada en ~155-160 Ma. Las unidades de dolomita y caliza en las Formaciones Marcona y Río Grande son las principales rocas caja para los depósitos de magnetita, mientras que son rocas volcánicas andesíticas y una capa intrusiva de pórfido de andesita en la Formación Río Grande las que contienen el yacimiento recientemente descubierto de cobre en Mina Justa.

Estudios previos en el distrito definen tres conjuntos principales de fallas: el sistema Pista con rumbo Oeste-Noroeste y buzamiento 65°N; el sistema Huaca con rumbo Noroeste y buzamiento sub-vertical a 65°SE; y el sistema Repetición con rumbo Noreste y buzamiento 40-60°SE. Las fallas Huaca se consideran parte de la zona de fallas Treinta Libras. Es posible que la interacción entre las fallas Huaca y Repetición haya controlado la mineralización. Una zona de falla/ fractura lítrica con buzamiento poco profundo Sureste a plano controla la mineralización de cobre en la Mina Justa y es probable que sea parte del conjunto de fallas Repetición.

El único complejo plutónico en el distrito o las cercanías de Marcona es el Batolito San Nicolás que claramente carece de relación alguna con la mineralización cobre-hierro debido a que su fecha es el Paleozoico temprano. Otras intrusiones observadas incluyen varias generaciones de diques y filones capa, en especial el enjambre de diques pórfido de andesita (ocoite) mineral tardío a postmineral que está mayormente controlado por el sistema de fallas Huaca. En el yacimiento Mina Justa están presentes diques pórfido de dacita menores con ojos de cuarzo. También se mapea 'dacita' en las principales minas de magnetita y cerca de ellas. Sin embargo, las observaciones recientes sugieren que parte de la 'dacita' de mina es diorita equigranular muy alterada. La diorita y dacita se interpretan como intrusiones pre- o sin-minerales sobre la base de la presencia de fuerte alteración generalizada de albita y K-feldespato, venillas irregulares y bolsones de actinolita y magnetita, hasta 5% volumen de pirita diseminada y rastros de calcopirita y molibdenita. Por lo tanto, se interpreta que un profundo cuerpo intrusivo provee la fuente de las intrusiones de alto nivel, la biotita corneana generalizada de la Formación Marcona, el metasomatismo extendido de hierro, calcio, sodio y potasio, incluidos magnetita-especularita, epidota-tremolita-actinolita, albita y ortoclasa, y la mineralización cobre-hierro.

Observaciones de reconocimiento en la Mina Marcona sugieren que la mineralización en los cuerpos más grandes de hierro se asocia con mantos de buzamiento Noroeste en los que son comunes las texturas de brecha. Las matrices de brecha consisten principalmente en magnetita, anfíbol, sulfuros y clorita-flogopita-biotita. Los minerales de sulfuro incluyen la pirita, calcopirita, pirrotita, cantidades menores de bornita, calcocita, esfalerita y galena, y carrollita menor. También se han reportado pequeñas cantidades de pentlandita, mackinawita, molibdenita y oro.

El yacimiento más importante de cobre en el distrito es el de Mina Justa, donde la zona de falla lítrica y su pared superior muy empinada extiende bolsones de control, venillas y rellenos de brecha de sulfuro de cobre junto con cantidades variables de magnetita y actinolita. Los conjuntos de sulfuro están zonados en forma concéntrica, con bornita-calcosita en el núcleo, pasando por calcopirita-bornita, calcopirita>pirita y pirita>calcopirita hasta pirita en la periferia. Se dan diópsido de grano grueso, actinolita y apatito muy cercanos a los mejores valores de cobre. También se observa magnetita en forma de musketovita en reemplazo de especularita en Mina Justa. En otras partes del distrito, existen concentraciones de cobre en algunos de los mantos de reemplazo de magnetita, con menos frecuencia en los bordes de los mantos, y comúnmente en las cercanías de las fallas Huaca. Se da oxidación supérgena local hasta profundidades de >200 m, lo cual resulta en depleción menor local de cobre en la zona de óxido y enriquecimiento restringido de cobre inmediatamente debajo de la superficie de contacto sulfuro-óxido.

---

### **The Marcona Iron Oxide-Copper Deposits, Peru**

*By Timothy C Moody, Nicholas Hawkes, David Ramos, Stefanie Loader, Ricardo Panez, Cayley Abbott, Jorge Carbonell & Richard H Sillitoe*

*Located approximately 400 km south of Lima, Marcona is the largest known iron deposit in the Pacific coastal belt of South America. Iron mining commenced at Marcona in 1953, and the mine is operated today by Shougang Hierro Peru. Estimated iron resources include 1400 Mt at Marcona and 1000 Mt at the nearby Pampa de Pongo prospect. Small-scale copper mining probably commenced several kilometres northeast of the Marcona iron mines near the present Mina Justa prospect in the late 1800s and informal mining continued sporadically to the early 1990s. In 1994, Rio Tinto commenced exploration in Peru for iron oxide-associated copper-gold and the same year discovered the Pampa de Pongo deposit. In December 2000, Rio Tinto formed a JV Agreement with Shougang Hierro Peru to explore for copper in the Marcona district and, in 2003, reported discovery of significant oxide and sulphide copper resources close to the Marcona mine. Most of the iron deposits in the district contain some copper, gold and silver.*

*The main rock units that host the magnetite and copper mineralization in the Marcona district are the Marcona and Río Grande Formations. The Marcona Formation is dated as early Palaeozoic and must pre-date the ~420 Ma San Nicolas batholith that intrudes it along the western side of the district. The Río Grande Formation is assigned to the mid- to Late Jurassic based on fossil content and limited radiometric dating. Minor iron bodies locally cut basement gneiss assigned to the Precambrian Lomas Formation. The nearby Pampa de Pongo iron (copper-gold) prospect is within the stratigraphically higher Jahuay Formation and is considered as a separate mineralized system to Marcona.*

*Phlogopite and sericite alteration associated with iron-copper mineralisation has been dated previously at ~155-160 Ma. Dolomite and limestone units in the Marcona and Río Grande Formations are the principal host rocks for the magnetite deposits, whereas andesitic volcanoclastic rocks and an andesite porphyry sill in the Río Grande Formation contain the newly discovered copper deposit at Mina Justa.*

*Previous studies in the district defined three main fault sets: the west-northwest-striking, 65°N-dipping Pista system; the northwest-striking, subvertical to 65°SE-dipping Huaca system; and the northeast-striking, 40-60°SE-dipping Repetition system. The Huaca Faults are considered part of the major Treinta Libras fault zone. Interplay of the Huaca and Repetition faults may have controlled mineralization. A shallowly southeast- to flat-dipping listric fault/fracture zone controls copper mineralization at Mina Justa and is probably part of the Repetition fault set.*

*The only plutonic complex in or near the Marcona district is the San Nicolas Batholith, which clearly has no genetic relationship to the copper-iron mineralisation because of its early Palaeozoic age.*

*Other observed intrusions include several generations of dykes and sills, in particular the late- to post-mineral andesite (ocoite) porphyry dyke swarm that is mostly controlled by the Huaca fault system. Minor dacite porphyry dykes containing quartz eyes are present at the Mina Justa deposit. 'Dacite' is also mapped near and within the main magnetite mines. However, recent observations suggest that some of the mine 'dacite' is highly altered equigranular diorite. The diorite and dacite are interpreted as pre- or syn-mineral intrusions based on the presence of strong pervasive albite and K-feldspar alteration, irregular veinlets and patches of actinolite and magnetite, up to 5 volume % disseminated pyrite and trace amounts of chalcopyrite and molybdenite. A deep intrusive body is, therefore, interpreted as providing a source for the high-level intrusions, pervasive biotite hornfelsing of the Marcona Formation, widespread iron, calcium, sodium and potassium metasomatism, including magnetite-specularite, epidote-tremolite-actinolite, albite and orthoclase, and the copper-iron mineralization.*

*Reconnaissance observations in the Marcona Mine suggest mineralization in the largest iron bodies is associated with northwest-dipping mantos, in which breccia textures are common. The breccia matrices comprise mostly magnetite, amphibole, sulphides and chlorite-phlogopite-biotite. Sulphide minerals include pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite and lesser bornite, chalcocite, sphalerite, galena and minor carrollite. Pentlandite, mackinawite, molybdenite and gold have also been reported in lesser amounts.*

*The most significant copper deposit in the district is at Mina Justa, where the listric fault zone and its steep hanging-wall splays control patches, veinlets and breccia fillings of copper sulphides together with variable amounts of magnetite and actinolite. The sulphide assemblages are concentrically zoned outwards from bornite-chalcocite in the core through chalcopyrite-bornite, chalcopyrite>pyrite and pyrite>chalcopyrite to peripheral pyrite. Coarse-grained diopside, actinolite and apatite occur in close proximity to the better copper values. Magnetite, in the form of mushketovite, is also observed replacing specularite at Mina Justa. Elsewhere in the district, copper concentrations are present in some of the magnetite replacement mantos, less commonly bordering the mantos and commonly in proximity to the Huaca faults. Supergene oxidation occurs locally to depths of >200 m, resulting in some locally minor copper depletion in the oxide zone and restricted copper enrichment immediately beneath the sulphide-oxide interface.*