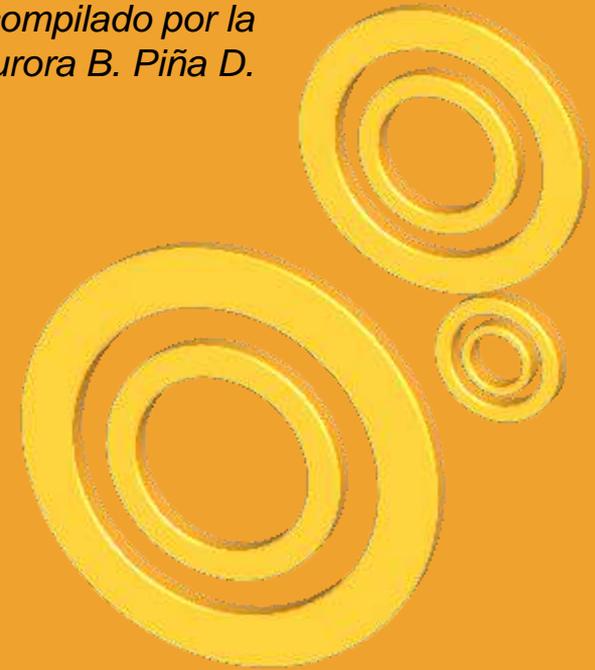


MINERÍA DEL ORO



TEMA 2

Contenido

Geología. Génesis de yacimientos

Especificaciones de calidad y cálculo de reservas

Minería del oro

Procesamiento

Aspectos ambientales

Principales productores mundiales

Aspectos económicos sobre la minería de oro

El oro en Venezuela. Historia y producción

Aspectos legales de minería del oro en Venezuela

Referencias recomendadas

- SME (1992) “*Mining Engineering Handbook*” Tomos I y II
- SME (1990) “*Surface Mining*”
- Ortiz y Herrera (2002) “Curso de Laboreo I”. Universidad Politécnica de Madrid.
- Castilla y Herrera (2012) “El proceso de exploración minera mediante sondeos”. Universidad Politécnica de Madrid.
- Chacón (1998) “Técnicas de minería de superficie” FUNDAUDO. Universidad de Oriente. Curso.
- BCV (2010) “El Libro del Oro de Venezuela”. Venezuela.
- Sarmentero, A. (1992) “Oro en Venezuela”. Parte I. Grupo de Proyectos Oro, C.A.
- Revistas:
 - “*Engineering and Mining Journal*”. www.mining-media.com



Geología del oro

GÉNESIS DE YACIMIENTOS



Geología en Venezuela

Depósitos auríferos en Venezuela

La mayor parte son depósitos primarios

Vetas de cuarzo aurífero

Escudo Guayano-Brasileño

Los tipos fundamentales son tres (Pascuali y Bisque, 1975):

Depósitos primarios

A. Vetas masivas de cuarzo con Oro nativo

B. Vetas de cuarzo que contienen abundante pirita

C. Zonas piríticas con contenido de Oro en lavas cizalladas, sin cuarzo

Geología en Venezuela

Depósitos secundarios

Aluvionales

Coluvionales

Eluvionales

Provincias auríferas

A. Pastora

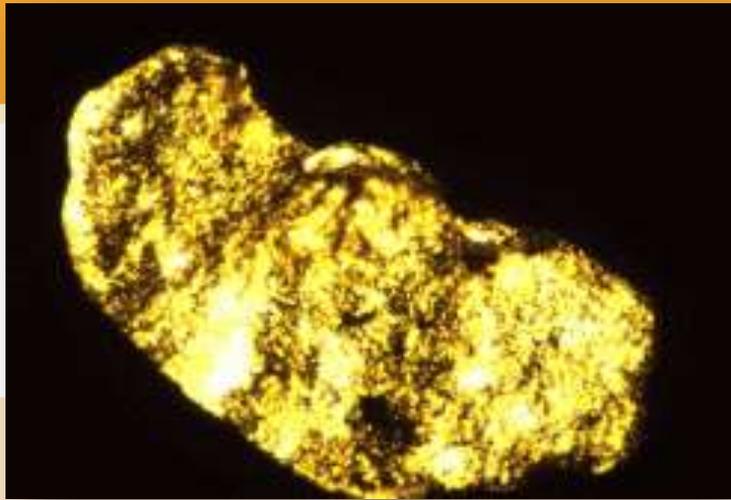
B. Roraima

C. Cuchivero-
Amazonas

Geología en Venezuela

PROVINCIAS AURÍFERAS EN LA GUAYANA VENEZOLANA

| PROVINCIAS AURÍFERAS | PASTORA | | | AMAZONAS CUCHIVERO | RORAIMA |
|-----------------------|------------------------------------|--|---|-------------------------------|-------------------------------------|
| DISTRITOS AURÍFEROS | El Callao | Km. 88 Cuyuní | Botanamo Bochinche | Ventuari | Icabarú |
| LOCALIDADES AURÍFERAS | Lo Increíble Chocó La Gloria | La Amarilla Las Claritas Las Cristinas | Vuelvan Caras La Compensación Marwani | Yureba Marieta Porvenir | Chirica Santa Elena Pacaraima |
| | El Dorado El Manteco | El Foco Venamo | Polvo de Oro Cuyubiní | Yacapama Cuchivero | Alto Caroní Alto Paragua |



Plan de exploración

CÁLCULO DE RESERVAS

Sarmentero (1992)



Modelo de plan de exploración

Antecedentes

Evaluación de la información existente

- Mapas topográficos
- Mapas geológicos
- Información geológica-minera privada. Apoyo

Objetivos

- Identificar áreas con o sin potencial
- Reconocer áreas con poca o escasa información
- Evaluación preliminar de áreas candidatas

Exploración estratégica

Logística. Cómo llegar

Estudio geológico. Qué falta

Geoquímica. Qué explorar

Geoestadística. Creación del modelo

Geofísica. Comprobación

Topografía. Mapa y actualización

Modelo de plan de exploración

Estudios detallados

Geología

Perforación.
Geoestadística

Análisis de las
muestras

Estimación de reservas

Reservas geológicas

- Reservas estimadas como posibles y probables

Reservas mineras

- Extraíbles a costos rentables, identificadas a diferentes ratios mena/estéril

Modelo de plan de exploración

Estudios de planta piloto

El objetivo es conocer las características físicas y metalúrgicas de las menas

- Se hacen pruebas sobre las muestras
- Construcción de planta piloto
- Redefinir la recuperación de oro, la ruta del proceso y el tenor de corte
- Desarrollo del modelo de minería básica
- Obtener datos para el estudio de costos

Estudio de factibilidad

Estudio técnico

- Geológico
- Minero
- Tratamiento mineral
- Impacto ambiental y cierre de mina

Aspectos económicos

- Tamaño
- Aspectos financieros
- Análisis de sensibilidad
- Comercialización y uso

Conclusiones y recomendaciones

- Variables de riesgo e incertidumbre



A cielo abierto y subterránea

MINERÍA DEL ORO

Macdonald (2007)



Minería

La planificación comienza con la recopilación y análisis de los datos del muestreo

Cubre todos los aspectos de la minería considerando la geomecánica, la seguridad y el ambiente

El objetivo último de la planificación de mina es la optimización de los recursos

Lo principal es el equilibrio entre la producción de mina y la alimentación de planta

Se requiere considerar la protección ambiental y rehabilitación de zonas afectadas

Minería a cielo abierto

Minería artesanal/pequeña minería

Se emplean equipos para el arranque de material relativamente suelto

- En zonas de ríos
- Saprolitas

Emplea monitores hidráulicos, para el arranque de material

- Se usan otros equipos como tractores, excavadoras o *traxcavators*.

<http://desinformemonos.org/2012/01/suarez-es-uno-de-los-municipios-colombianos-con-mayor-numero-de-minas-de-oro-a-cielo-abierto/>
<http://www.tudiscovery.com/imagenes/galleries/oro-africano/>

Ejemplos gráficos



Minería a cielo abierto

Ejemplos gráficos

Argentina



<http://www.aviacionargentina.net/foros/discusiones-generales.14/8329-corte-chilena-paraliza-proyecto-pascua-lama.html>

Mediana y gran minería

Operaciones unitarias:

- Preparación del áreas
- Arranque directo o indirecto
- Carga y acarreo

Equipos empleados:

- Tractor, perforadora, cargador frontal o retroexcavadora, palas frontales, camiones

Minería subterránea

Minas subterráneas

Las minas más grandes de oro subterráneas, están ubicadas en Suráfrica

- La mina *Tau Tona* (León), en 2007 había alcanzado 2,8 km de profundidad
- Recientemente alcanzó un nuevo record de 3,9 km de profundidad

Este tipo de minería costosa, sólo es posible porque el precio del oro está en alza.

Ejemplo gráfico



<http://www.tudiscovery.com/imagenes/galleries/oro-africano/>
(Créditos: Tom Fox/Dallas Morning News/Corbis)

<http://www.elesqui.com/notas/2011/9/28/contextominero-213753.asp>



Beneficio y refinación

PROCESAMIENTO MINERAL DEL ORO

Sarmentero (1992)



Recuperación y procesamiento de menas en Guayana

Sarmentero (1992) comenta que la que pudiera considerarse como minería organizada en Guayana siguen usando métodos considerados primitivos

Explica que sin la realización de adecuadas prospecciones geológicas, ni determinación de características de los yacimientos y menas, no puede comprobarse adecuadamente la tecnología adecuada

El autor explica que esto redundará en sobrecostos para las explotaciones y desperdicios considerablemente graves de las menas, solo soportable por la riqueza de los yacimientos

En estos “criterios” se basan los fracasos de empresas que el autor ha llamado “mal asesoradas”.

Recuperación y procesamiento de menas en Guayana

El grueso de la explotación descansa en la aplicación de métodos gravimétricos poco adaptados a las características del yacimiento

Esto debido a la baja inversión de capital, por ahorro de un ínfimo costo porcentual por contrato de consultoras (universidades) para definir las rutas correctas del proceso

Eso trae abordajes empíricos tanto de explotaciones como del beneficio mineral

Para establecer una explotación rentable en una determinada concesión, según Sarmentero, se requiere:

- Separaciones granulométricas y densimétricas, pruebas de molienda, ensayos de flotación, espesamiento, filtraje, determinación de oro amalgamable, pruebas de lixiviación, entre otros.

Métodos de recuperación

Métodos de concentración gravimétricos/mecánico:

- **Monitores hidráulicos:** combinados con tames (*sluice box*), en la explotación de placeres y aluviones
- **Dragas y balsas:** equipados para la extracción en lechos de ríos
- **Molinos:** generalmente de impacto y combinados con paños o concentradores



Métodos de recuperación

Lixiviación en pilas (*heap leaching*):

Existían solo dos experiencias (en 1992) de este tipo en Venezuela

- La planta de *Recuper* en el Distrito Aurífero del Callao (con tratamiento de colas)
- Brisas del Cuyuní (en el área del km.88) (planta experimental)



Métodos de recuperación

Cianuración directa

La planta de Minerven emplea el método de recuperación convencional *Merrill-Crowe*:

- Que incluye: clarificación, desaireación, precipitación y sistema de filtración



Procesamiento del oro

Refinación

Antes de 1983 habían cinco instalaciones de refinación de oro en Venezuela y empleaban los siguientes procedimientos:

- Desintegración de la aleación, con un reagente ácido y ulterior precipitación por reducción de oro químico
- Refinación electrolítica mediante el proceso de *Wohlhill*, donde el electrolito es una solución de cloruro de oro
- Refinación en seco por el método clorinación de *Miller* inyectando cloruro en la masa fundida



Procesamiento del oro

Industrias de transformación del oro, artesanía y joyería

- Productos intermedios y finales

Para el año 1991 la capacidad instalada de refinación intermedia y final se encuentra en el rango de las 10 ton/año

Venezuela (según Sarmentero) tiene la capacidad instalada y tecnología para refinar y fundir oro, plata, cobre, níquel, paladio, platino, cadmio y zinc.

- En barras con el fin de obtener las aleaciones de diversos tipos y características específicas de propiedades físicas y de color para joyería.
- Estas fundiciones se utilizan para obtener una gran variedad de piezas por el método de microfusión, así como para producir series de gran cantidad de piezas de joyería



Asociados a la minería de oro

ASPECTOS AMBIENTALES/SOCIALES

Piña (2002)

ASPECTOS AMBIENTALES

La industria minera y en particular la de oro se percibe como muy contaminante

El impacto ambiental puede ser positivo o negativo dependiendo del punto de vista

Los impactos relacionados con la actividad minera son:

- Alteración de la topografía
- Degradación visual
- Potenciación de la erosión
- Afectaciones sociales, culturales y naturales



<http://www.canalazul24.com/?p=21797>



ASPECTOS SOCIALES

<http://bloglemu.blogspot.com/2011/12/el-gobierno-provincial-publico-en.html>

La generación de riqueza y las oportunidades de trabajo en minería del oro han sido uno de los aspectos sociales que ha generado migración hacia estas zonas

La afectación a la salud es uno de los principales problemas, siendo algunos:

- Contaminación de aguas y suelos
- Incremento de la prostitución, contrabando y otras acciones delictivas
- Aumento en enfermedades endémicas como malaria y fiebre amarilla

Conflictos por el uso de la tierra y delimitación de la propiedad

Aumento en la demanda de bienes y servicios



ASPECTOS CULTURALES

Objeto ritual.
México



Poder tribal. Ghana



Símbolos de riqueza. Mali



Cuchillo ritual.
Perú

El valor de uso del metal en antiguas y actuales manifestaciones culturales a nivel mundial

- Perú
- México
- Venezuela
- Colombia
- África

http://www.galaxio.com/spanish/paginas/ricardo_barbetti/gente_de_esta_tierra.htm
<http://www.tudiscovery.com/imagenes/galleries/oro-africano/>
https://es.123rf.com/photo_9513145_cuchillo-ritual-indio-de-inca-de-oro-sobre-fondo-blanco.html





Reservas mundiales

PRINCIPALES PRODUCTORES

<http://www.oroymas.com/2012/01/graficos-sobre-la-demanda-produccion-y-precio-del-oro/>

Productores más importantes

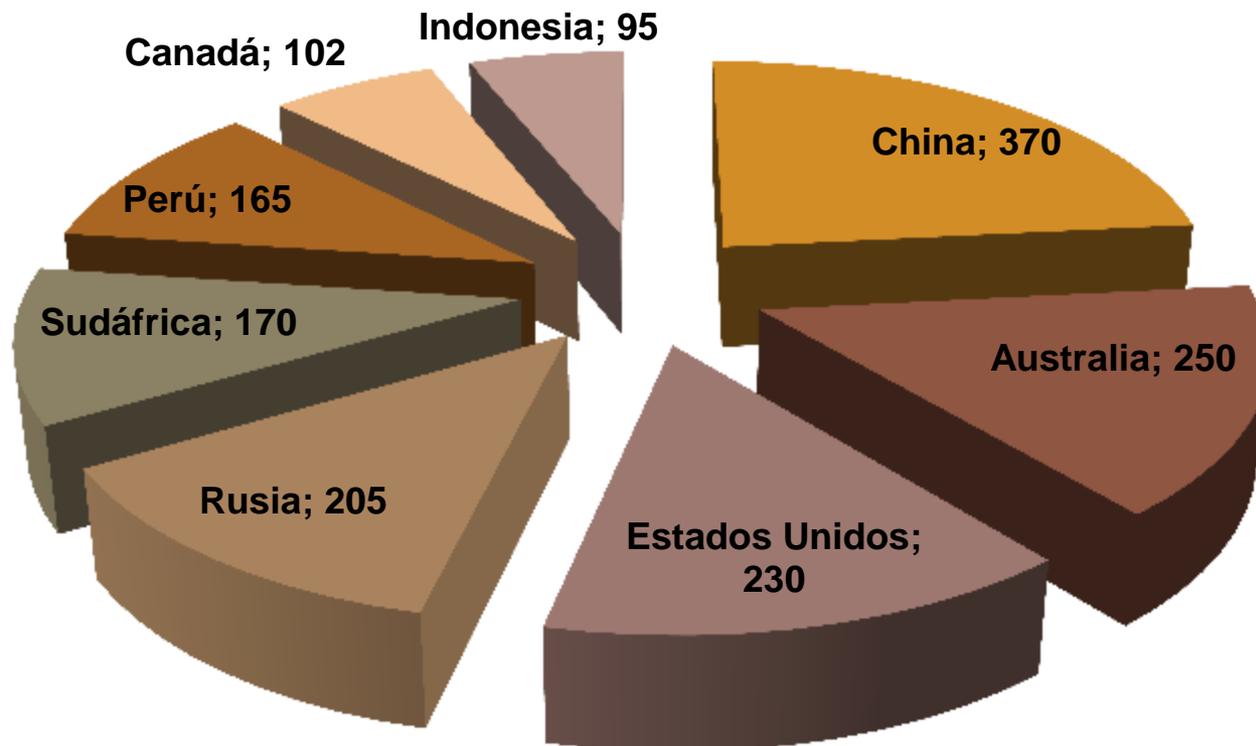


Fuente: Suplemento del oro, Mining Journal

Productores más importantes

Producción mundial 2013 (2012). En toneladas

59% producción mundial



Fuente: <http://www.dani2989.com/gold/goldprod4413es.html>

Productores más importantes

OFFICIAL GOLD HOLDINGS

Largest holdings*

US 8,133.5t; Germany 390.6t; IMF 2,814.0t; Italy 2,451.8t; France 2,435.4t; China 1,054.1t; Switzerland 1,040.1t; Russia 996.4t; Japan 765.2t; Netherlands 612.5t; Euro (inc ECB) 10,782.6t; CBGA3 signatories[#] 11,948.4t; World 31,909.7t.

Top proportion of foreign reserves*

Portugal 84.2%; Greece 76.3%; US 69.8%; Germany 66.3%; **Venezuela 65.6%**; Italy 64.9%; France 64.5%; Cyprus 62.1%; Slovakia 52.8%; Netherlands 52.0%; Euro (inc ECB) 56.0%; CBGA3 signatories[#] 34.8.

* Holdings (in most cases) are for end-June 2013

[#] Third Central Bank Gold Agreement (September 2009)

Source: World Gold Council

Seis países han producido más de 150t al año:

- China (403t), Australia (250t), EUA (235t), Rusia (200t), Suráfrica (170t) y Perú (161t)

Según RMG (Raw Materials Group) se ha minado a nivel mundial: en 2012, 2.652t y en 2011, 2.619t. Al inicio de la crisis financiera en 2008 fue de 2.290t

Fuente: Suplemento del oro, Mining Journal

Reservas mundiales



There are over
3 BILLION
OZ
OF GOLD
in the world's deposits



The **TOP 50** of these mines, alone
contain over 1/3 of total gold:
33.5% or 1,006,486,918 oz

<http://www.visualcapitalist.com/what-is-the-cost-of-mining-gold>

Costos mundiales por onza

The TOP 50 gold mines are distributed geographically as follows:



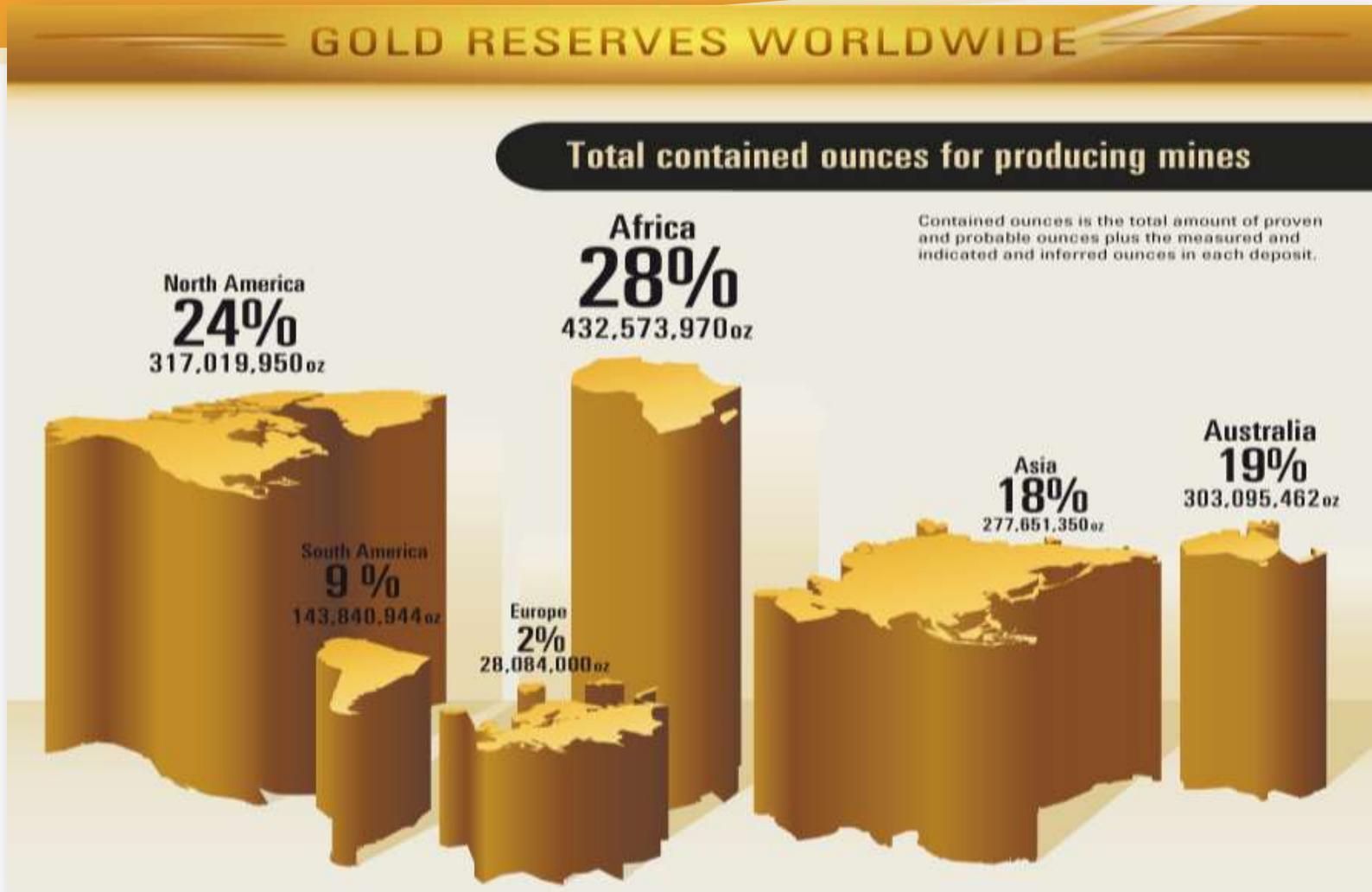
In which of these continents is the gold cost most economic?

Here we take a look at the cash costs (per ounce) in each region:



<http://www.visualcapitalist.com/what-is-the-cost-of-mining-gold>

Reservas mundiales



<http://www.visualcapitalist.com/what-is-the-cost-of-mining-gold>



Minería del oro

ASPECTOS ECONÓMICOS



Economía mundial del Oro

Tips económicos de interés

De acuerdo al CPM Group's Gold Yearbook 2013, el mercado ha disminuido a 71Moz en 2012 por debajo de 1,2% comparado con 2011

Esta es la primera caída considerable desde 2008.

En Suráfrica la afectación se debió a problemáticas por los derechos de los trabajadores en 2012

Se estima que la producción surafricana se vio afectada en 450.000 oz de oro

La minería de oro en China se incrementó de 1Moz a 12,6Moz en 2012

Se estima que la inversión en exploración de oro en el período 2002-2012 fue de cerca de US\$ 44,5 millardos

Países como Rusia y Kazakstán han hecho inversiones agresivas para sus bancos centrales desde 2004

Fuente: Suplemento del oro, Mining Journal

Economía mundial del Oro

Tips económicos de interés

Las economías en transición han producido 10,6Moz en 2012, por debajo de las 23.000 oz en 2011

Un factor importante en el precio es el aumento en los costos de producción

Por la inclusión de material con bajo tenor

En septiembre de 2011 el precio del oro alcanzó su pico máximo de US\$ 1.921,41

La baja que ha venido sufriendo el precio del oro hasta llegar a US\$ 1.214,88 ha afectado a las empresas

Los costos de producción según estudio de analistas de *Canaccord Genuity*, dicen que la producción de todo en uno está por el orden de los US\$ 1.280/oz

Economía mundial del Oro

Tips económicos de interés

En el año 2014 la **Canadian Mining Journal**, publica la siguiente información:

- **Richmont Mines** produjo en ese año 94.503 onzas, un 49 % por encima del 2013
- Los costos de producción (*Cash cost*) fueron de US\$866 por onza, 15 % por encima del nivel del año 2013

Esta empresa (*Richmont*) en 2015 proyectan producir alrededor de:

- 78.000 a 88.000 onzas de oro
- Con unos costos estimados entre C\$935 a C\$1.035 por onzas

Fuente: http://www.canadianminingjournal.com/news/gold-revenues-up-costs-down-for-richmont-mines/1003487020/0psvs0G14qk014WI07vvM4r/?ref=enews_CMJ&utm_source=CMJ&utm_medium=email&utm_campaign=CMJ-EN02202015

Costos de extracción del oro

GOLD PRICE VS. MAJOR PRODUCERS' ALL IN COST

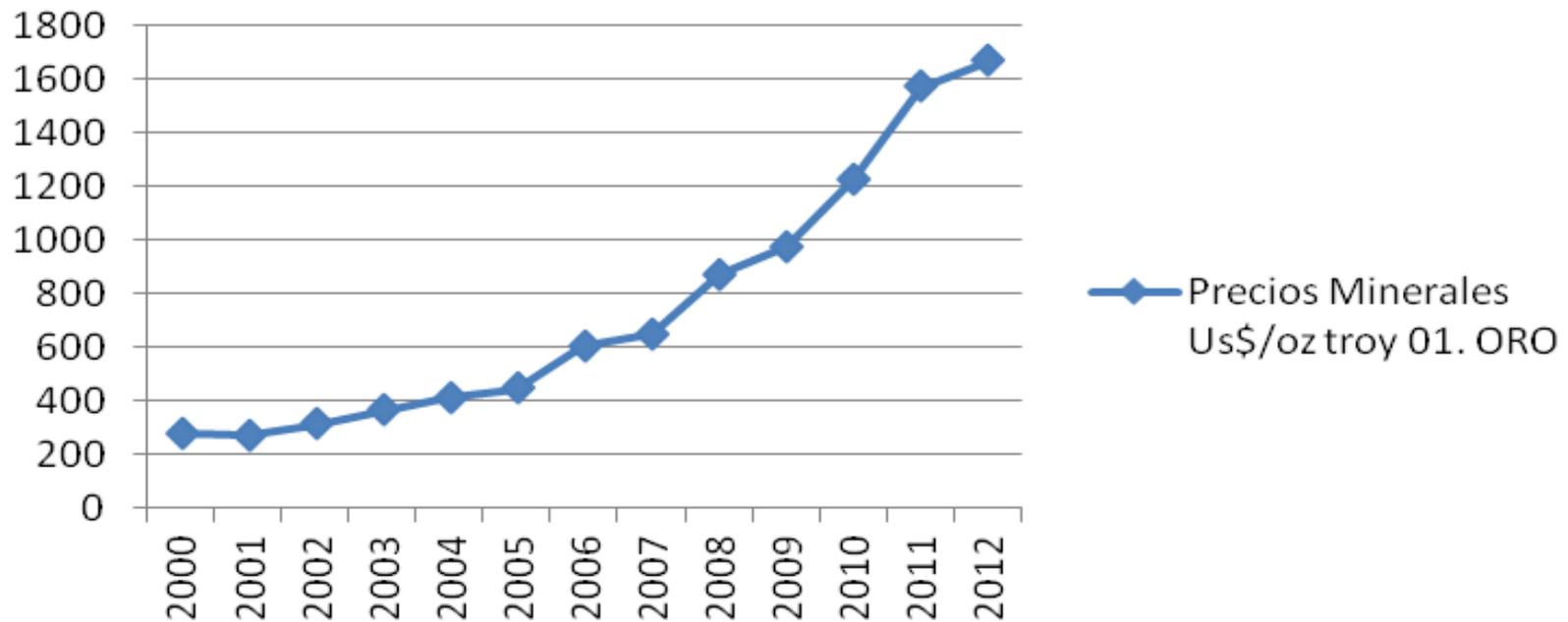


Gold producer profits are getting squeezed from both directions: lower gold prices and rapidly inflating costs.

Cash costs per ounce are still an excellent representation of the mine efficiency, but the all in cost has a **MUCH BETTER** reflection on the synergy between the mines and head office.

Precios del oro

Precios Minerales Us\$/oz troy 01. ORO



Fuente: Bolsa de Metales de Londres (LME) y Kitco. Algunos datos fueron ajustados según lo publicado en <http://www.kitco.com/gold.londonfix.html>. según lo publicado en <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aluminio&meses=240>. Elaboró: UPME, Los valores del 2012 son un promedio de cada mes y se encuentran actualizados a Noviembre.



Historia y producción

EL ORO EN VENEZUELA

Camacho (2010) y Lanz (2010)



Contexto histórico

En el tercer viaje de Colón (1498) llegó a una tierra denominada Paria

Y observa que muchos...
“traían piezas de oro al pescuezo...”

El Almirante procuró conocer dónde se encontraba el mineral

lo que permitía labrar esas
“piezas de oro bajo”



Contexto histórico

El origen de muchas ciudades de Venezuela, coincide con la existencia de oro en las cercanías de su emplazamiento

Hacia la segunda mitad del siglo XVI se origina el mito de El Dorado

Minas como Buría, Chirgua, Apa y Carapa, Los Teques y Caracas

Las minas encontradas desde Coro y El Tocuyo hasta Caracas, dieron pocos rendimientos



Producción en Guayana

Los rumores acerca de la existencia de oro en Guayana comienzan desde la misma época de la colonización

En el tiempo colonial, lo que se extrajo de oro fue de alguna mina marginal, y todo en conjunto no fue gran cosa

En la primera mitad del siglo XIX se comienza a hablar con mayor fuerza de las bullas en la región

A pesar que las cantidades extraídas no eran extraordinarias, el movimiento económico y social obligó al Estado a tomar acciones

Los instrumentos de trabajo de los mineros eran: pala, pico, machete y batea de madera

Las primeras minas fueron oro arrastrado por las arenas del río Yuruari

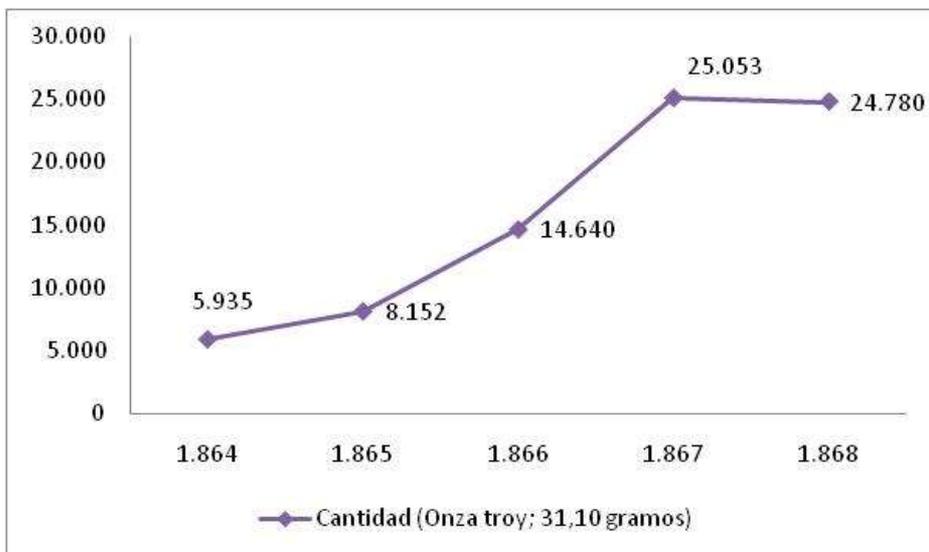
El 20 de mayo de 1854, José Gregorio Monagas promulgó el primer Código de Minas de Venezuela

José Gregorio Monagas era el gobernador la región de Guayana, mientras que, José Tadeo Monagas estaba en la Presidencia de la República

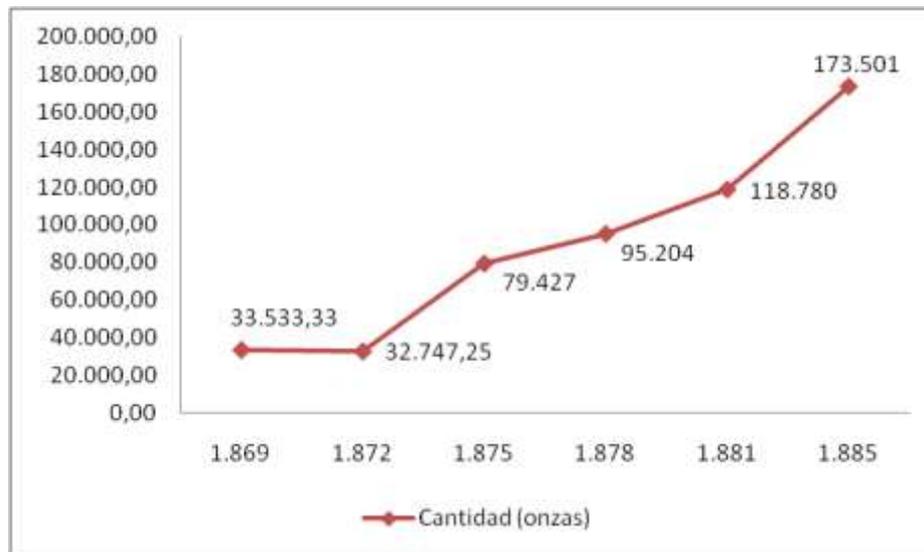


Producción en Guayana

Producción de oro de Guayana (1.864-1.876)



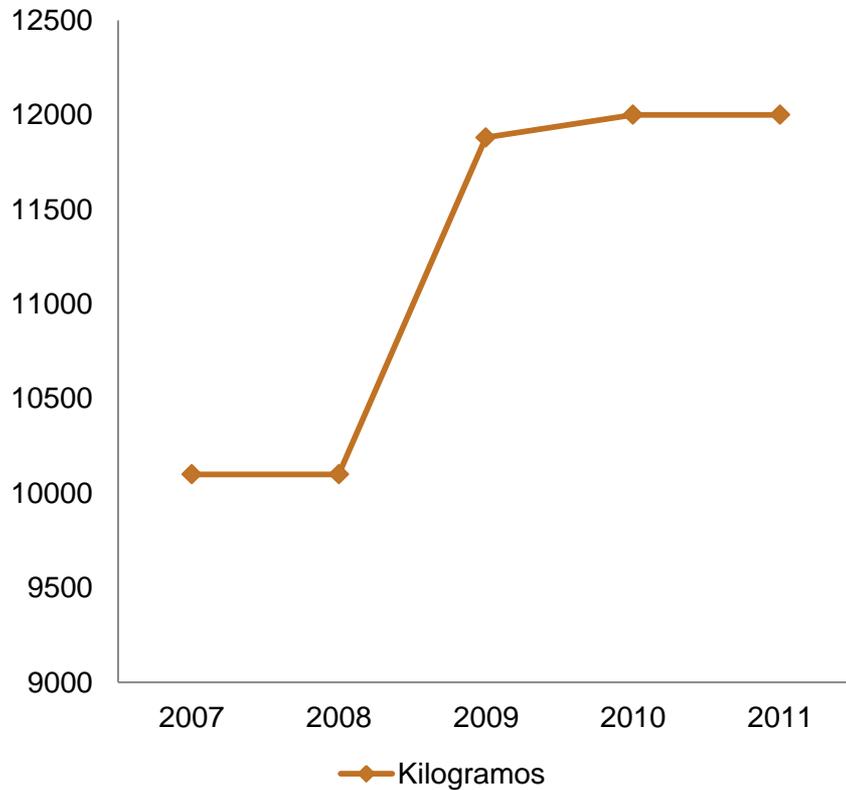
Oro exportada por Ciudad Bolívar (1.869-1.885)



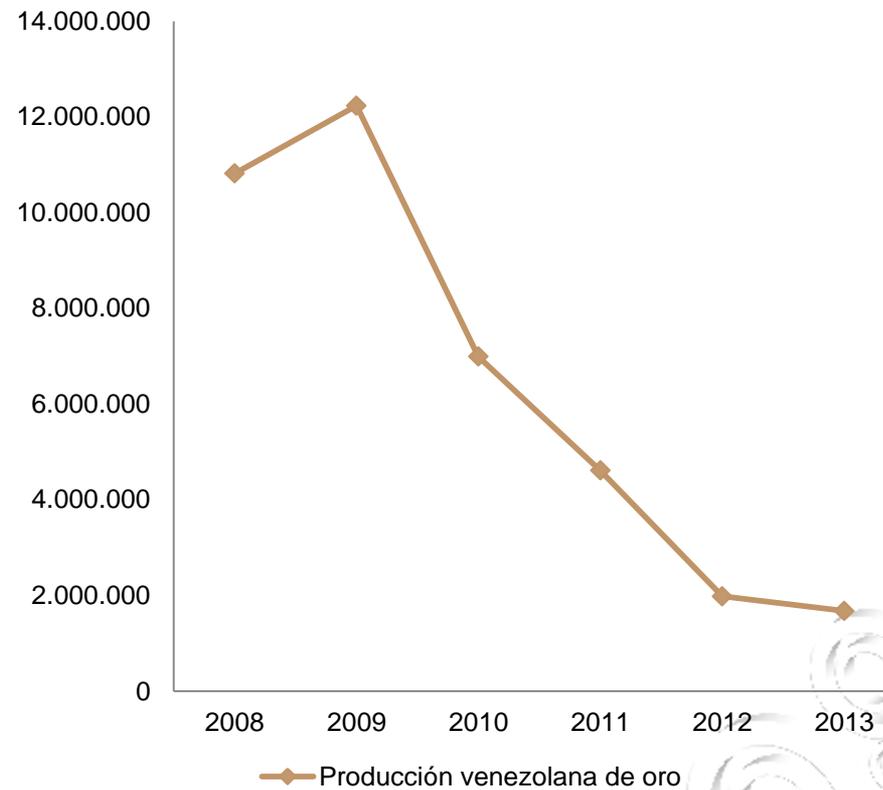
Entre los años 1.866 y 1.890 se exportó oro venezolano por la cantidad de 70.191 kilos de oro que alcanzó la suma de Bs. 209.224.598,38. Cifra importante considerando que los ingresos del Estado para la segunda mitad del siglo XIX era promedio anual de Bs. 30.000.000.

Producción en Venezuela

Fuente: *USGS. Mineral Yearbook 2011. Gold*



Fuente: **MPPPM**





Minería del oro

ASPECTOS LEGALES

Olivo (2010)



Marco legal minero-ambiental

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Ley de Aguas

Ley Orgánica del Ambiente y Ley Penal del Ambiente

LOPCYMAT

Ley de Minas

Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio

Decretos de reserva del Estado en actividades conexas a la producción y comercialización de oro

Decreto 1234. Reglamento General de Ley de Minas

Decreto 1257. Normas de evaluación ambiental de actividades susceptibles a degradar el ambiente

Decreto 638. Normas sobre calidad del aire

Decreto 883. Normas sobre la calidad del agua

Resolución 56. Normas para recaudos para la evaluación ambiental/programas y proyectos mineros e hidrocarburos

En síntesis. En esta clase hemos aprendido:

- **GÉNESIS DEL ORO**
- **EXPLORACIÓN DEL ORO**
- **MINERÍA DEL ORO**
- **EL ORO EN VENEZUELA**
- **ASPECTOS ECONÓMICOS**
- **LEGISLACIÓN PERTINENTE**



**Actividades de aprendizaje
y ciclo de preguntas**

¡GRACIAS!

