



BIOINGENIERÍA

Aplicaciones Disponibles de
Biotecnología para la Mediana
Minería.

Juan Rivadeneira H.

VIII Seminario Mediana Minería

Agosto - 2013

GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Centro de Innovación y Negocios en Bioingeniería,
Ingeniería Civil en Bioingeniería,
Ingeniería Civil Industrial concentración en Bioingeniería
Laboratorios de Bioingeniería
Centro de ecotoxicología minera Ex CIMM
Laboratorio de BioMineria
Proyectos de Investigación Aplicada
Facultad de Ingeniería y Ciencias

LAJ
BIOINGENIERÍA





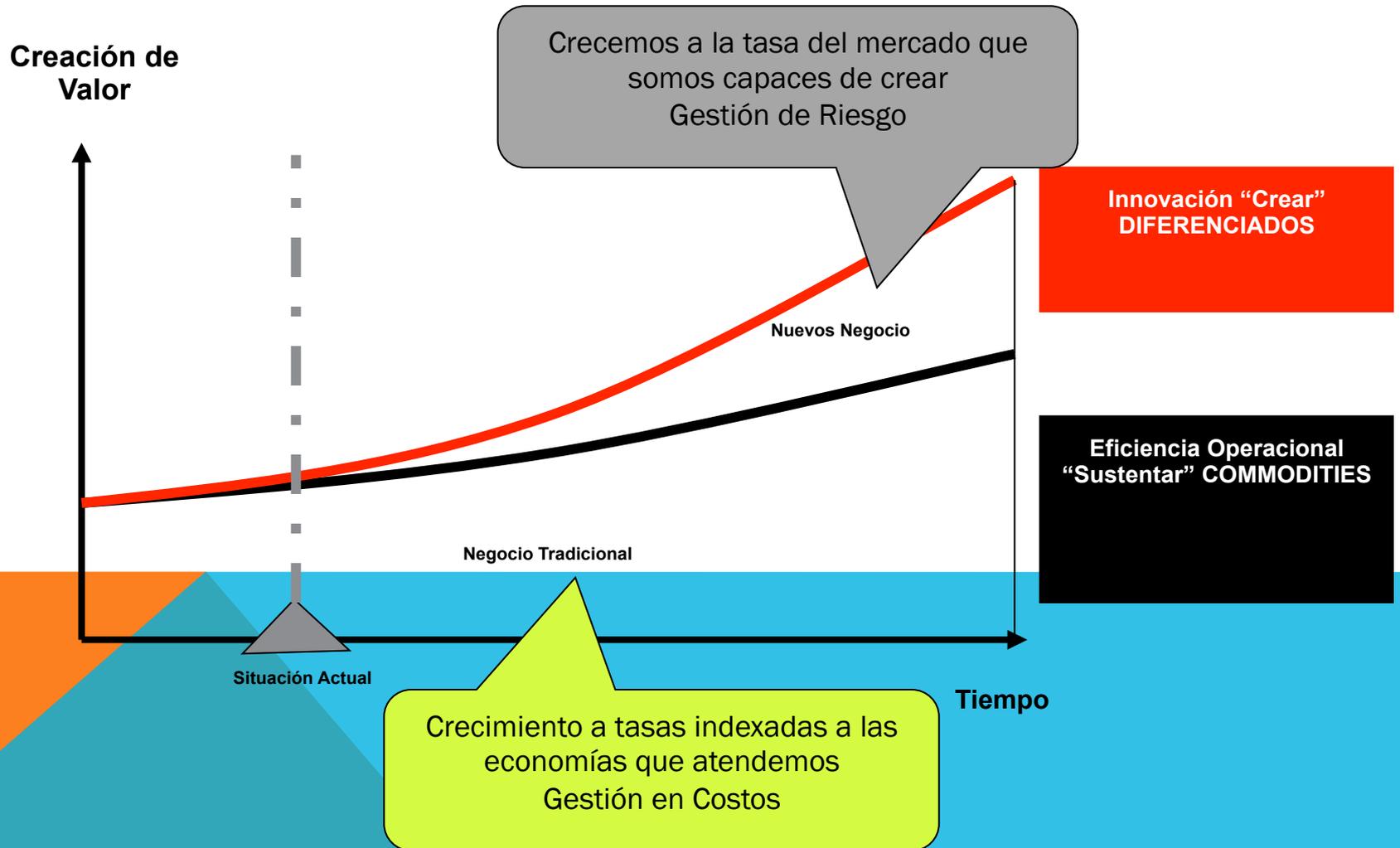
Dr. Juan Rivadeneira

Licenciado en Ciencias
Biológicas y Dr. En Ciencias
Biológicas (PUC)

Áreas de investigación

Biominería y Biolixiviación

SUSTENTAR PARA CREAR EL CONCEPTO ECOLÓGICO DE FITNESS.



BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA INDUSTRIA MINERA

Según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos:

Es la aplicación de los principios científicos y de la ingeniería al procesamiento de materiales por agentes biológicos para proveer bienes y servicios.



- Exploración
- Procesamiento
- baja ley
- Remediación

BIO PROSPECCIÓN DE MICROORGANISMOS APTOS PARA PROCESOS MINEROS



Búsqueda y bio aumentación de microorganismos de ambientes extremos que presenten capacidades metabólicas potencialmente útiles en procesos industriales mineros.

Oportunidades derivadas del estudio de la geomicrobiología minera.

Proceso minero

Participación microbiana

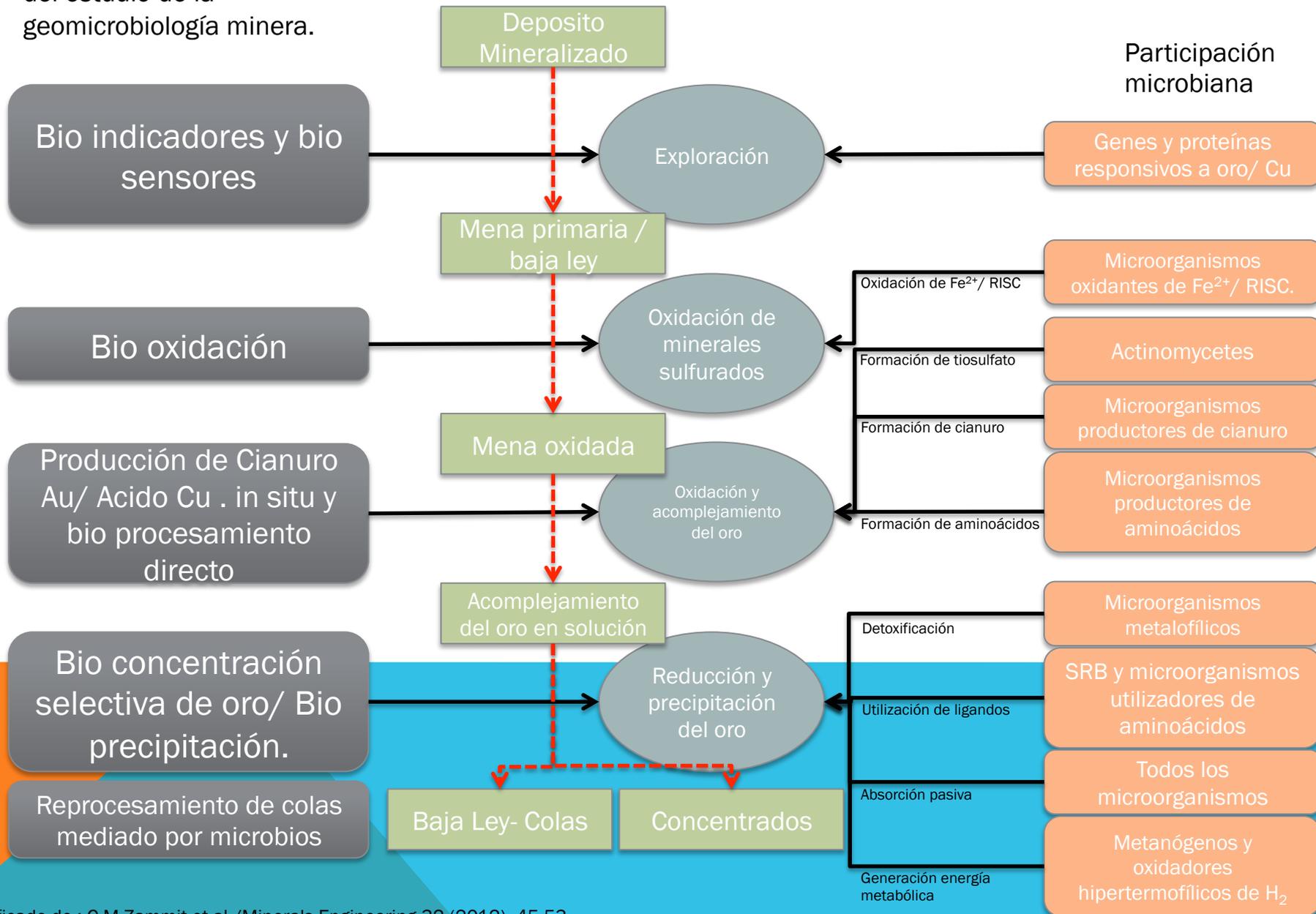


Diagrama Programas de Investigación Minería + Bioingeniería



Determinación de la
Composición del inóculo

Manejo de inóculo :
storage + handling

Manejo de inóculo :
Crecimiento + tuning
con aplicación

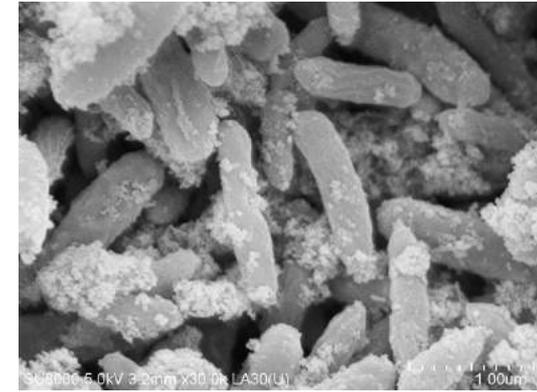
Manejo de inóculo :
Formatos para
comercialización

R&D escala Bench

Aplicación en terreno

Gestión y administración
de proyectos en BioEng

IP : contratos, gestión
Valorización, mercados



Disminución control de actividad
negativa de microorganismos en
AMD

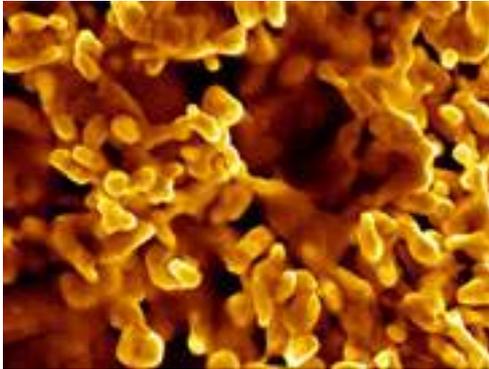
Uso de Agua Salada en
Procesos Industriales Mineros

Bio-obtención de Cobre por
Biolixiviación a partir de
Calcopirita y Enargita

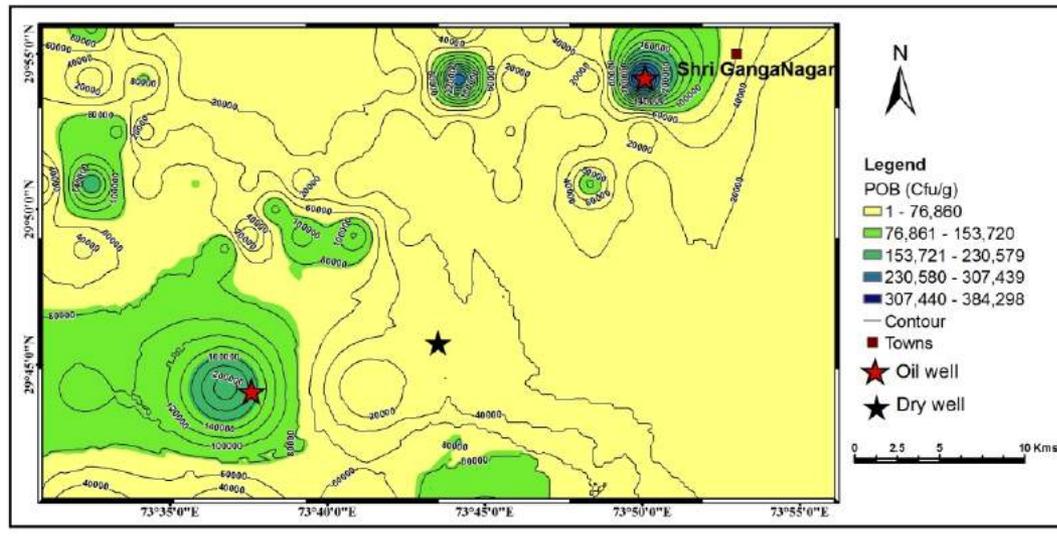
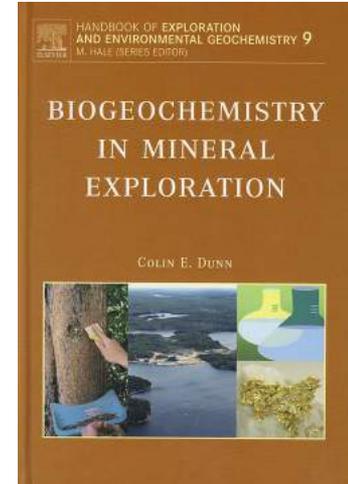
Bio-reproceso de finos

Optimización y monitoreo de
Condiciones óptimas
operacionales en pilas

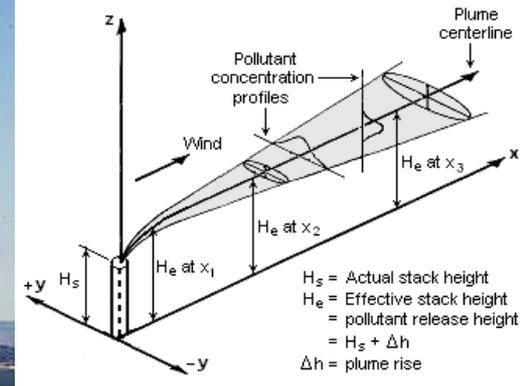
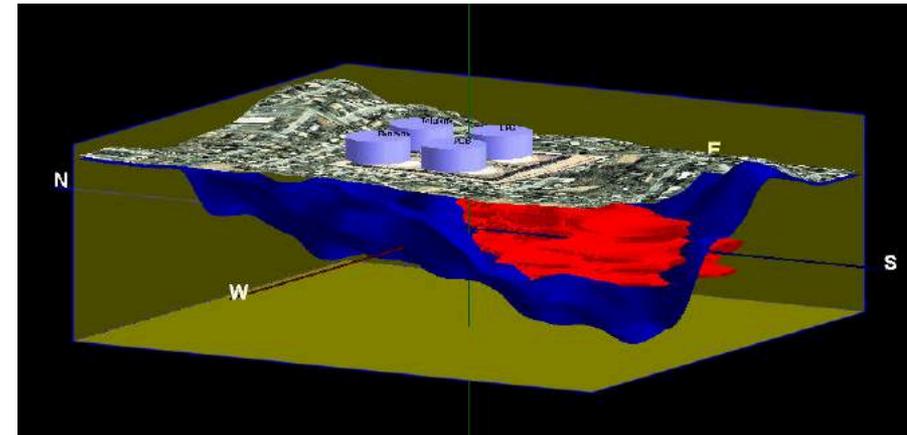
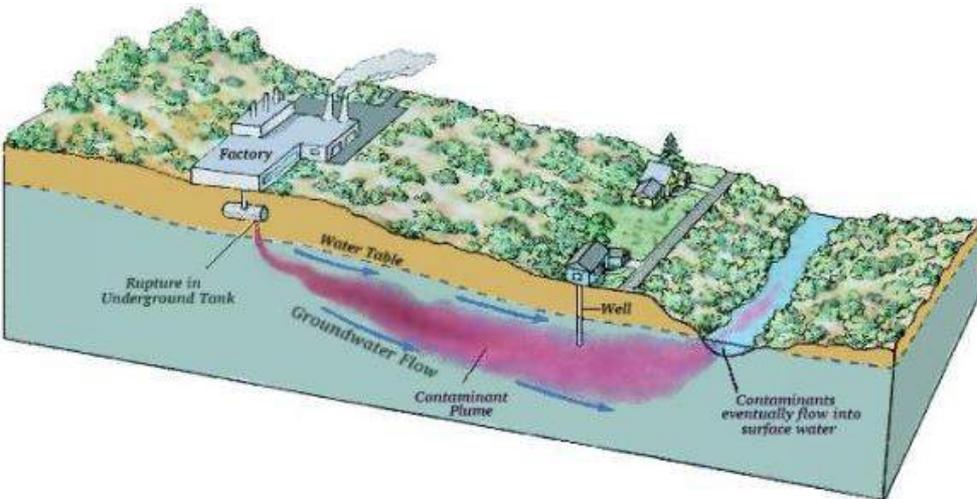
PROSPECCIÓN MINERA MICROBIOLÓGICA



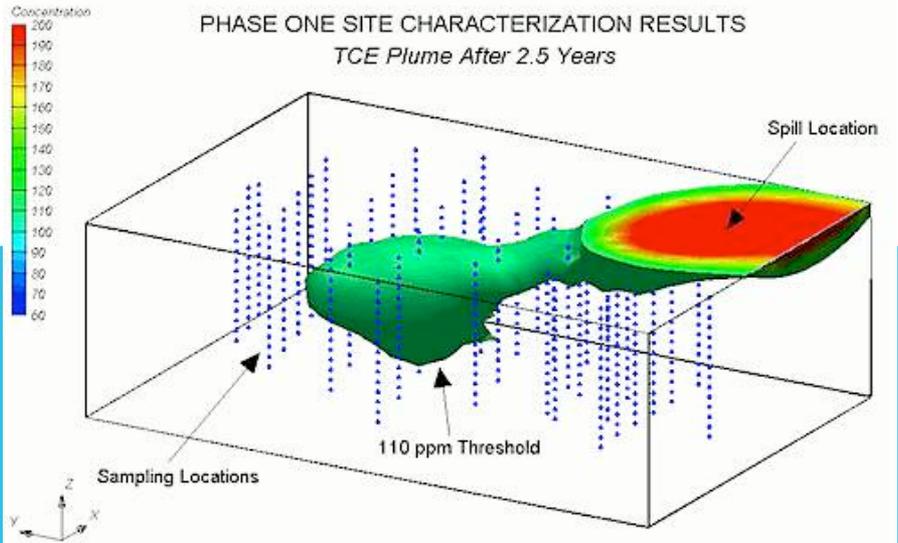
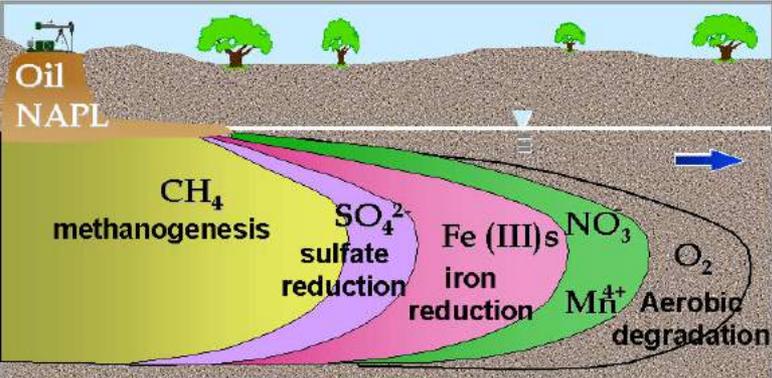
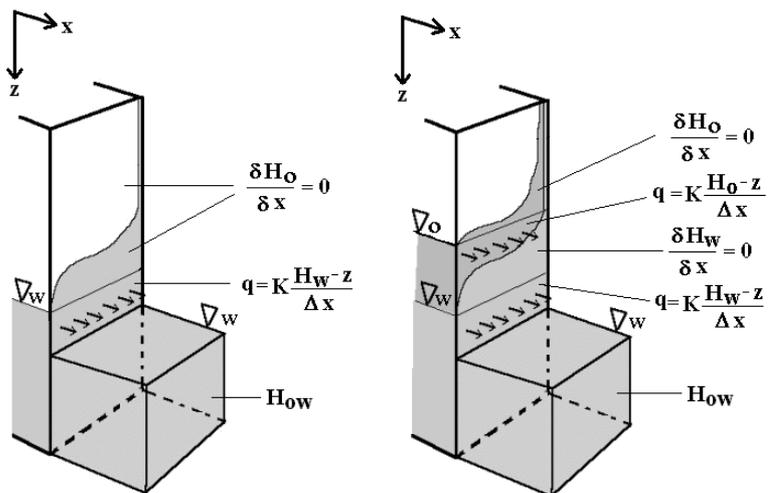
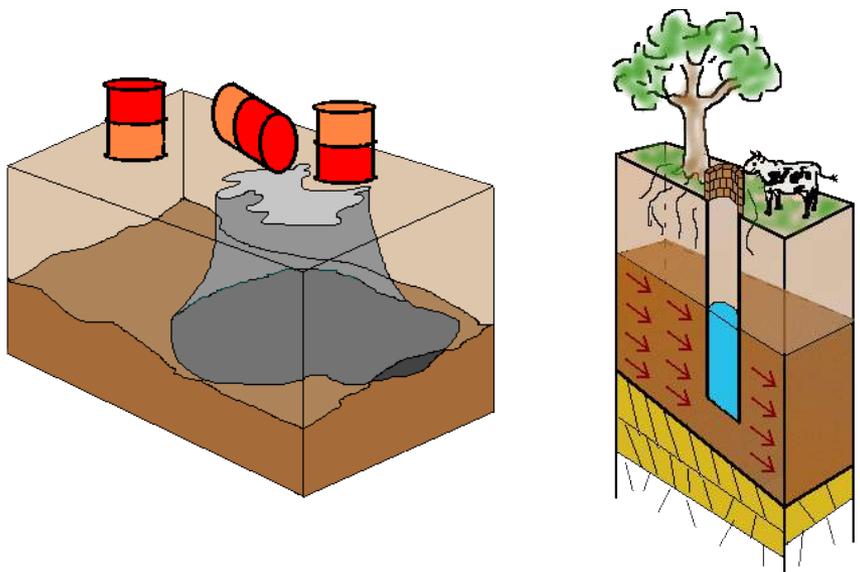
Ralstonia metalidurans, (La Bacteria Rey Midas) es capaz de crecer en soluciones cloruradas de Oro, y lograr reducir este presipitandolo.

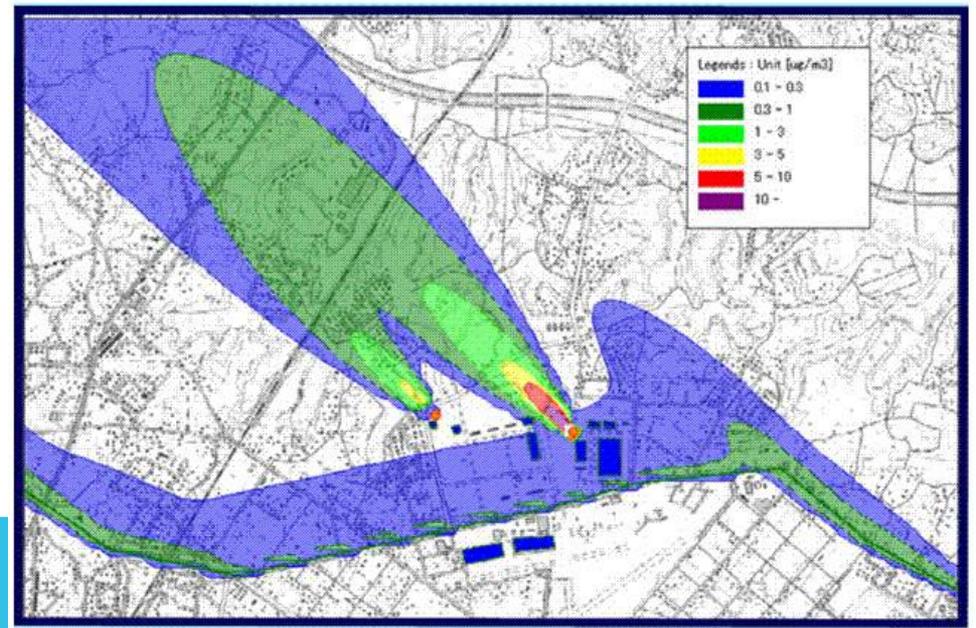
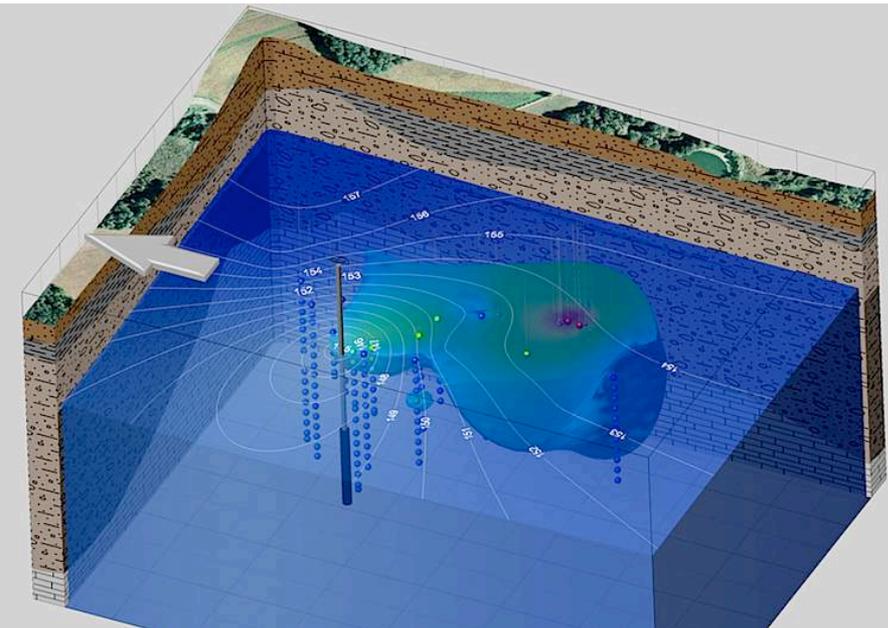
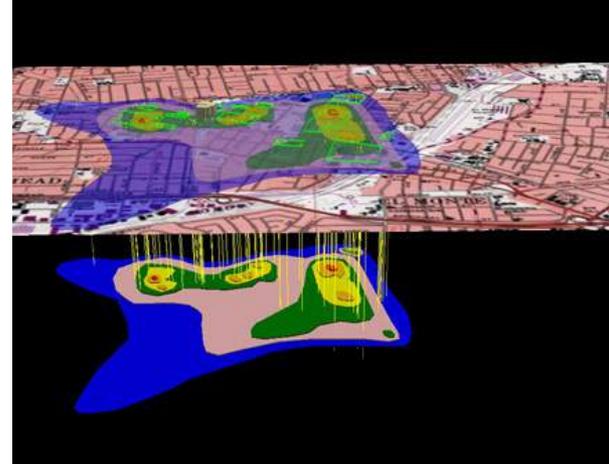
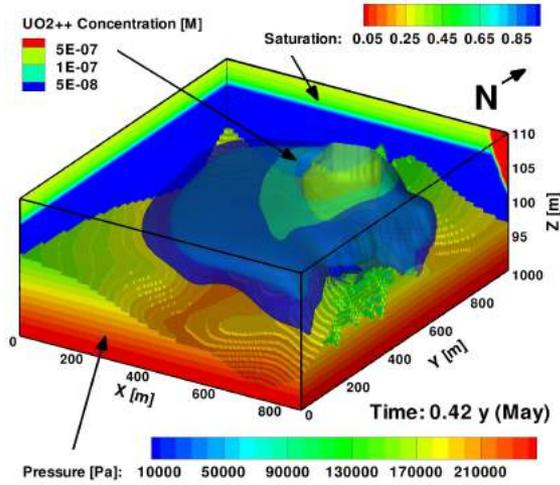
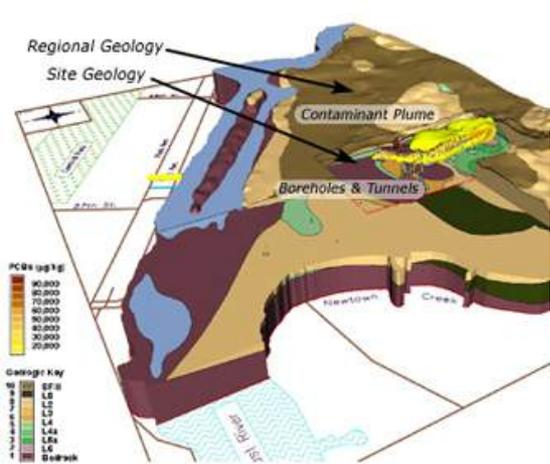


Resultados de prospección Microbiológica de hidrocarburos en Shri Ganga Nagar Block, Rajasthan Basin, India



Modelación y Simulación Numérica de Procesos Físicoquímicos y Biológicos





BIOLIXIVIACIÓN DE MINERALES Y CONCENTRADOS



Disolución de minerales mediante acción de
microorganismos
Pruebas metalúrgicas

PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO BIOLIXIVIACIÓN DE CONCENTRADOS.



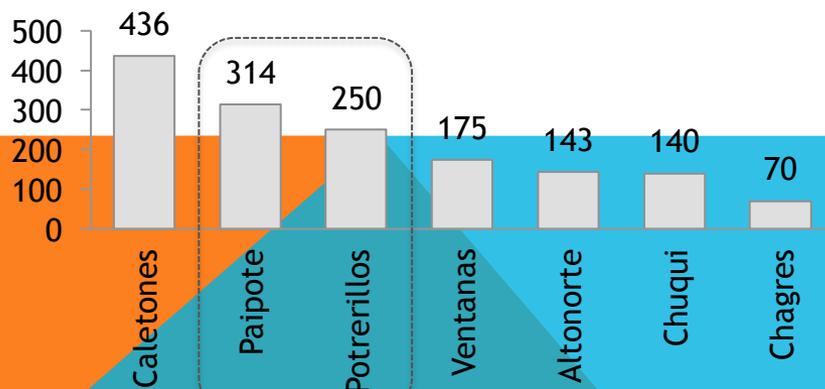
12IEAT16338

BIOLIX DE CONCENTRADOS: MERCADO DE FUNDICIONES EN CHILE CON COSTOS AL ALZA Y CAPACIDAD LIMITADA

- Alza en costos por incorporación de nuevas tecnologías para adecuarse a las nueva normativa ambiental de fundiciones
 - US\$1.500 MM de inversiones totales
- Duplicación de Exportaciones de concentrado a 4 MM Ton de Cu al 2020.
- Aumento progresivo de capacidad ociosa de SX-EW estimada en 700.000 Ton de Cu al 2020.
- Fundiciones nacionales e internacionales no tratan concentrados con niveles de impurezas > 0,4% As.

Costos de fundiciones al alza

Inversiones para cumplir ley ambiental actual (US\$ MM)



Exceso de concentrados en mercado local

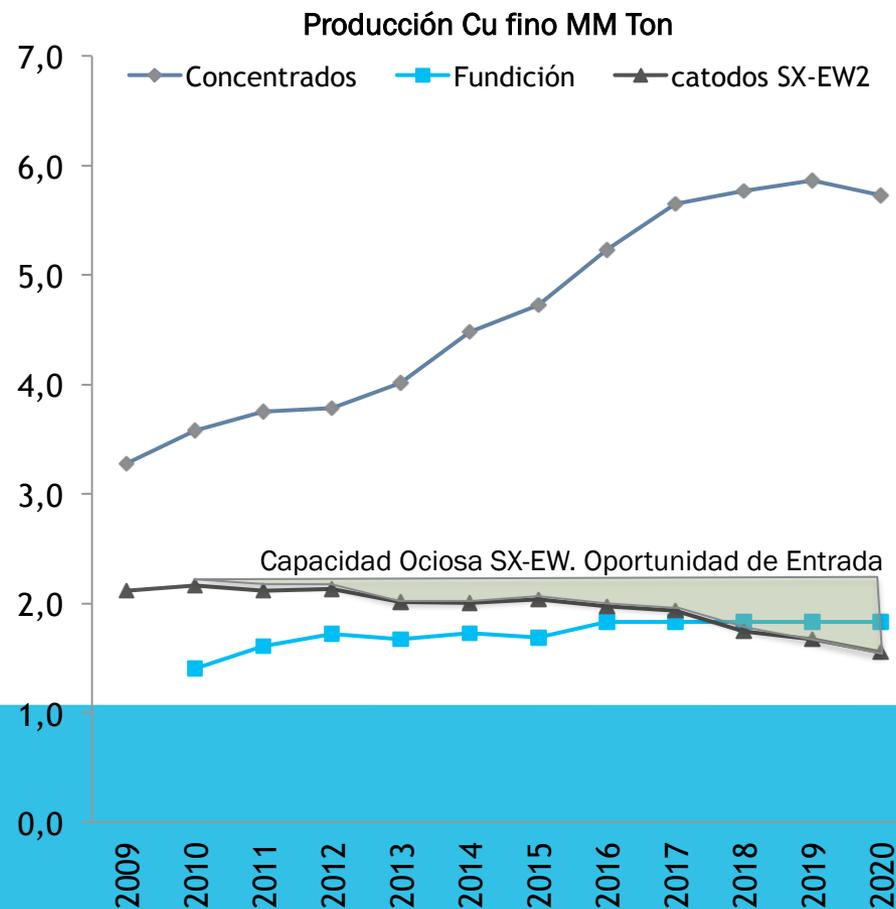
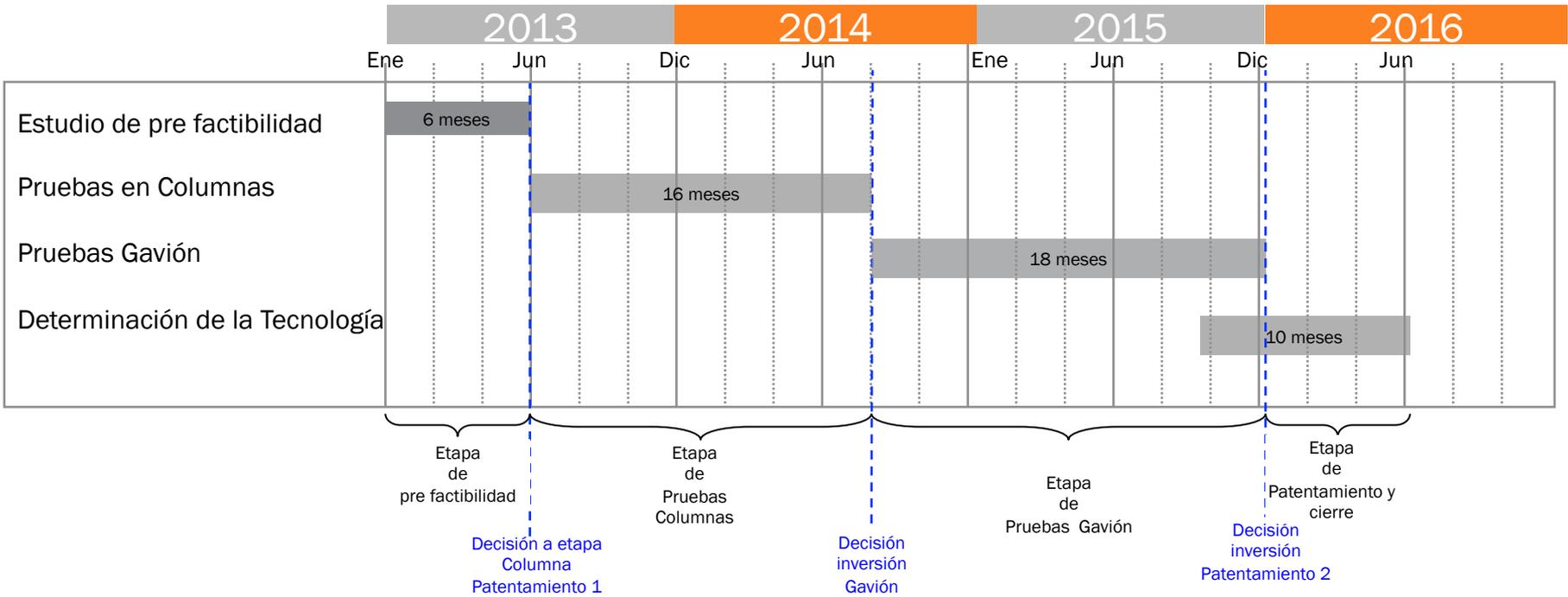


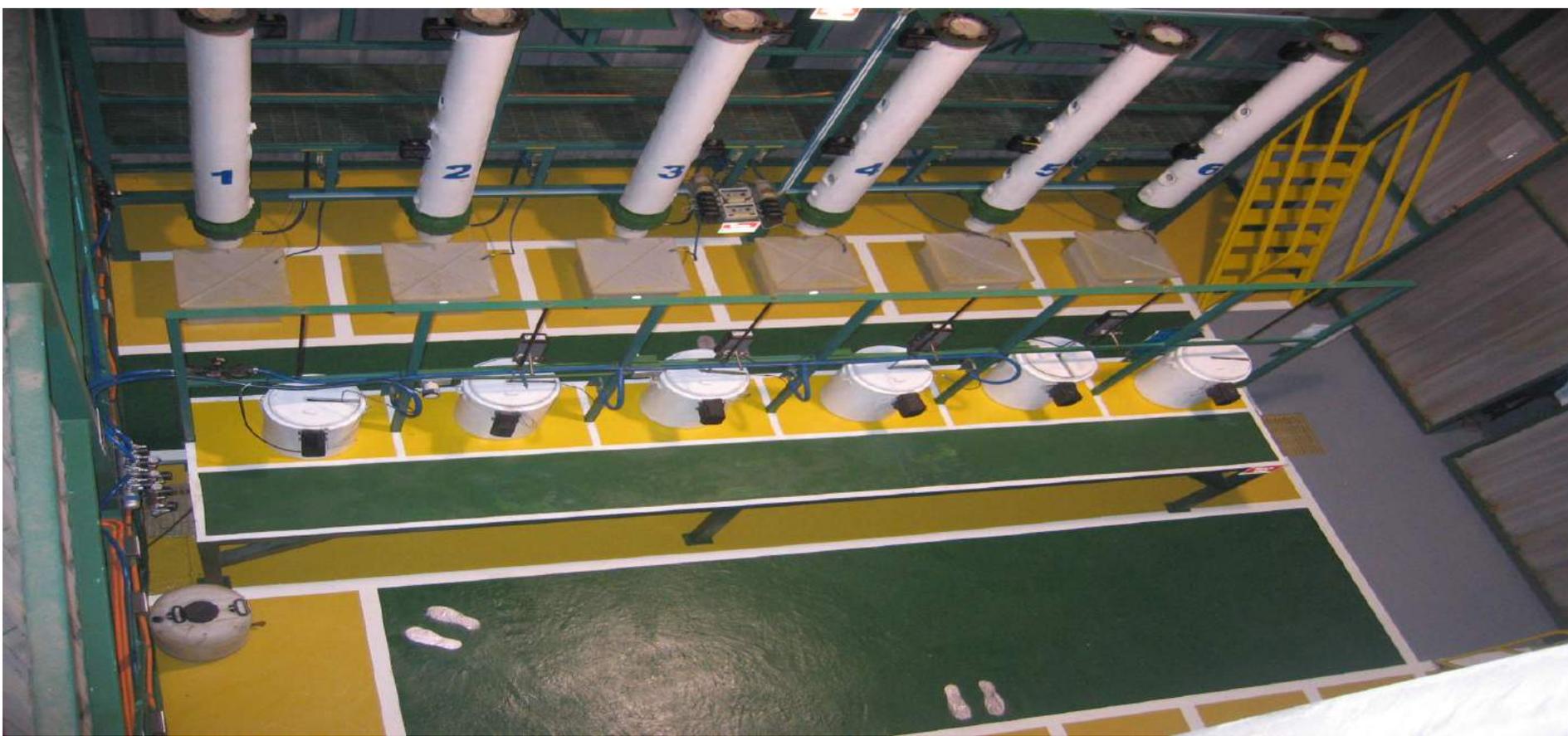
TABLA GANTT Y PRESUPUESTO



LIAP

Laboratorio de Investigación Aplicada Pucobre





Actualmente: Paso a etapa de pruebas en columnas.

CLP\$ MM	Aporte Innova Chile	Aporte Pucobre	Total	Costo de salida	Crédito tributario salida	Costo de salida neto
Pruebas Columnas	234,3	107,5	341,8	178,8	62,6	116,2

Objetivos: Validar y especificar el proceso y sus factores críticos.

Estudiar alternativas de diseño y optimización y sus factores de escalamiento

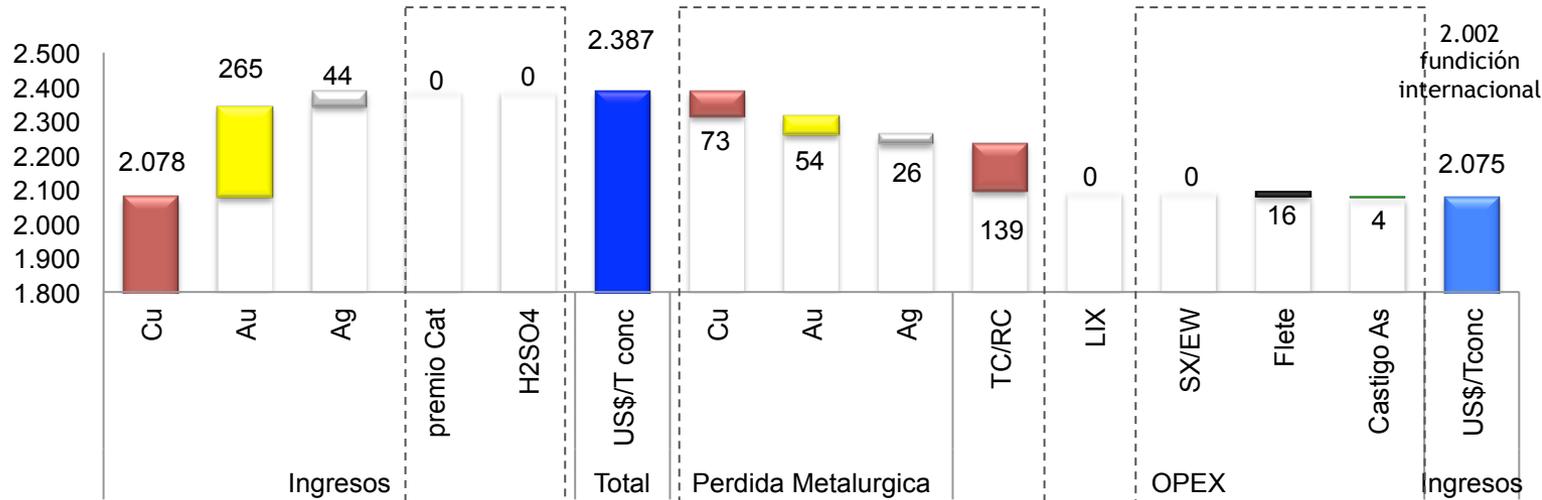
Solicitud de patente matrices

Tiempo presupuestado 16 meses.

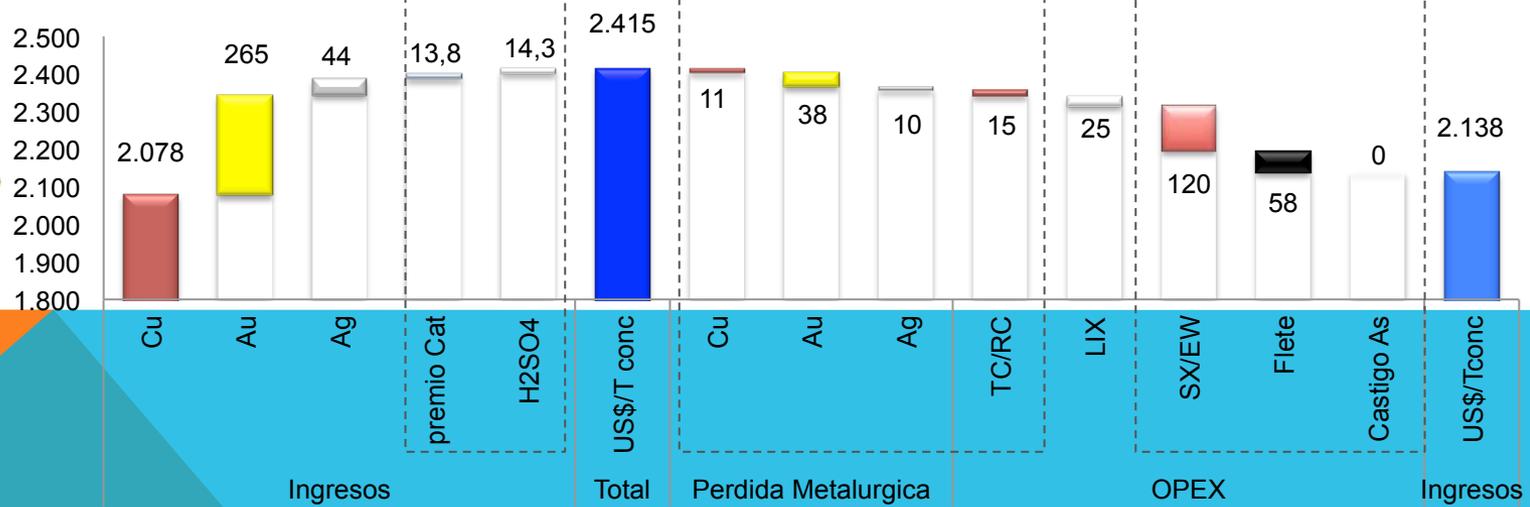
COMPARACIÓN TECNOLOGÍA VS. FUNDICIÓN NACIONAL

Ingresos por tonelada de concentrado (US\$/ ton)

Fundición Nacional:



Tecnología Propuesta:



Nota: Fundición nacional asume TC/RC: 139 US\$/ton; Perdida metalúrgica 3,5%, descuentos; Au: 1 g/t; Ag, 25 gr/ t, Transporte 16 US\$/ton, Castigo por As (0,4%)/ Tecnología propuesta Recuperación lix 95%, OPEX lix. 25 US\$/ton; OPEX SX_EW 30 cUS\$/lb, transporte 115 US\$/ton, premio comercialización 50US\$/ton Cu; Ingreso ácido 0,4 Kg ácido/ kg cátodo, Residuo a Fundición.

REMEDIACION AMBIENTAL DE SITIOS IMPACTADOS POR LA MINERÍA

IDENTIFICACIÓN

Sitio a cerrar para abandonar

- Ubicación geográfica
- Información meteorológica
- Tipo de procesamiento realizado

INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Recopilación de la información

inspección

Muestreo y análisis químicos y mineralógicos



Plan de Modelo conceptual

Indicios de potencial peligrosidad del sitio

No

Fin proceso

Si

Pruebas cinéticas y en terreno



$X < \text{valor objetivo referencia}$

Comparación con valores de referencia

$\text{valor objetivo} < X < \text{costo intervención}$

INTERVENCIÓN

$X > \text{valor intervención}$

Evaluación del potencial impacto

Intervención del sitio

monitoreo



FITORREMEDIACIÓN



Acumulación de relaves
en tranques artificiales

Deseccación y exposición a
viento y lluvias

Riesgos para la salud,
agricultura y medio
ambiente



Características de los relaves

- ✓ Altos contenidos de metales
- ✓ Pobre en nutrientes
- ✓ pH neutro-alcalino
- ✓ Alta compactación, con mal drenaje y poca oxigenación

Alta radiación solar

Erosión por viento y lluvia



Ilegada de semillas, esporas, animales y materia orgánica desde los hábitats adyacentes

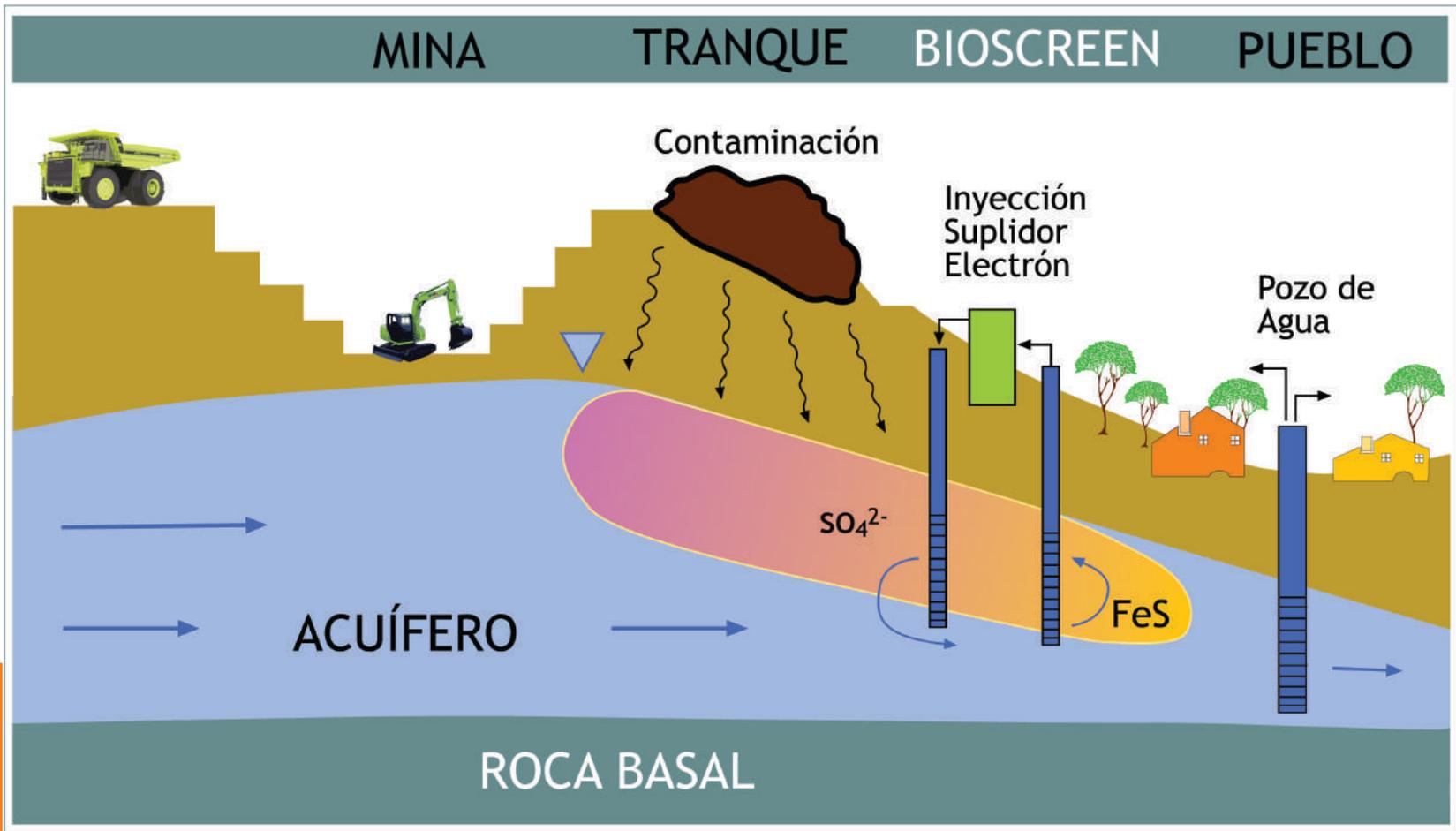
Colonización vegetal en tranques de relaves



BACTERIAS SULFURO REDUCTORAS (SRB)

- Remueve metales disueltos de muestras acuosas ambientales recuperando sulfuros metálicos específicos que pueden ser comercializados a cuenta de los costos de tratamiento.
- La tecnología ha sido validada para la recuperación de Cu, Ni, Co, Zn, As, Ca, Se, Mn, Sb. Las tasas de recuperación pueden exceder el 99%.
- Las aguas tratadas logran las calidades requeridas para ser descargadas al ambiente, ensayos de bioseguridad en aguas no diluidas.
- No genera pulpas que deban ser tratadas ni almacenadas.
- Reduce las cargas de sulfato al ambiente en comparación a los tratamientos con cal en el tratamiento de aguas contaminadas con Zn y Cd. (esto debido a que para tratar estos metales normalmente se requiere elevar el pH de las soluciones a 10-11, produciendo aguas de descarte de pH 9,0-9,5 que requieren ser reacidificadas (H_2SO_4)
- Combinada con precipitación con cal, reduce los consumos de cal requeridos y disminuye emisión de gases de efecto invernadero.
- Menores costos de capital 50% respecto de proceso de precipitación con cal.
- Menores costos de operación por no requerir de botaderos de RISES.

SRB: INMOVILIZACIÓN IN SITU DE SULFATO Y METALES



DRENAJE ACIDO: TRATAMIENTO QUÍMICO & BIOLÓGICO

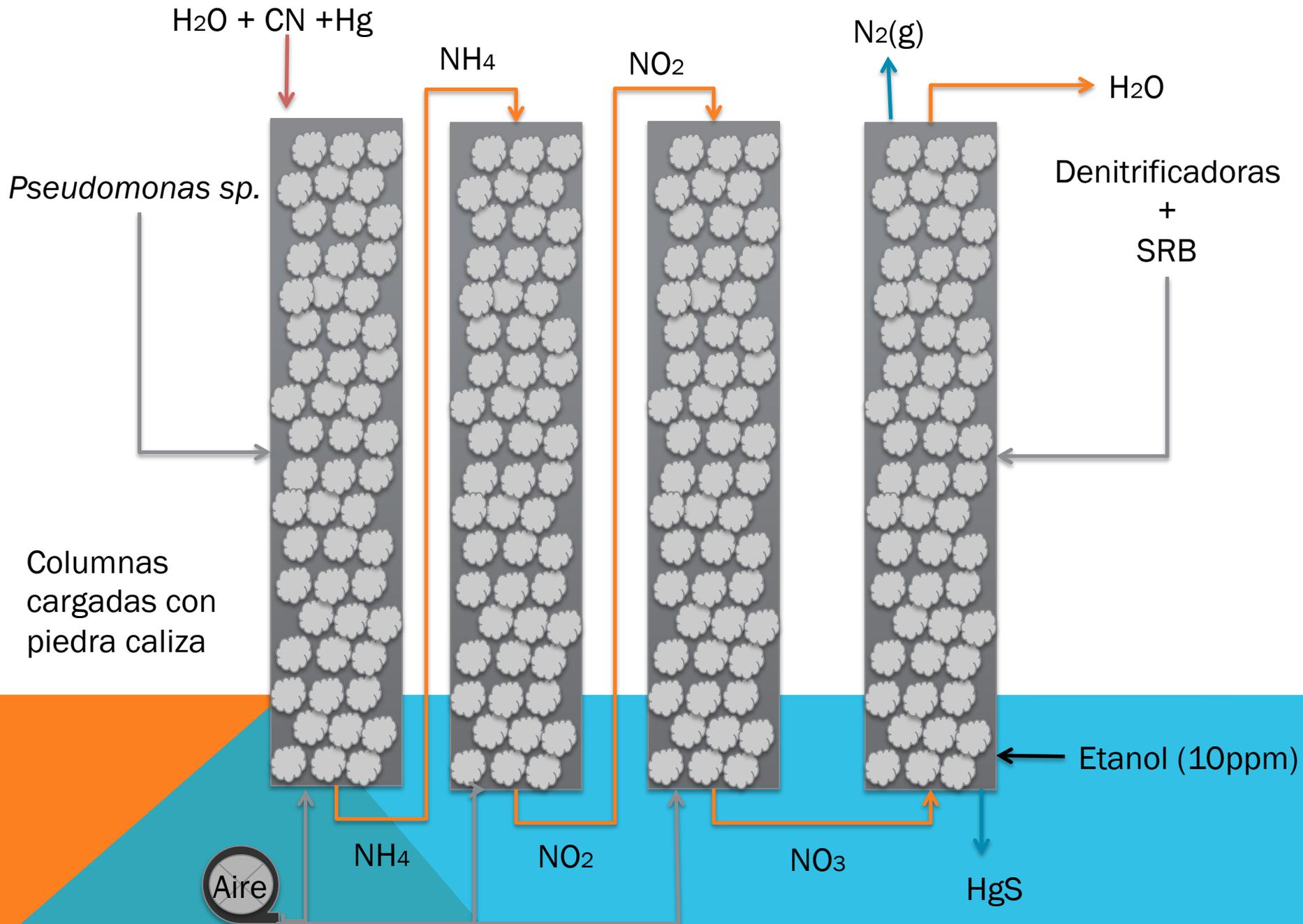


Bioremediación In Situ Hidrocarburos



LAVADO DE SUELO Y EXPERIMENTOS PILOTOS EN LABORATORIO DE METALES, HG, CN, PESTICIDAS, MTBE ETC.





Conclusiones

- La biotecnología es aplicable a distintos niveles del proceso de desarrollo minero, exploración, explotación, tratamiento, cierre y cuidado ambiental.
- Existen hoy las herramientas para desarrollar las aplicaciones biotecnológicas aplicables a agregar valor a los distintos procesos mineros.
- Es factible desarrollar proyectos de alta complejidad técnica y especializada por parte de empresas de la mediana minería en Chile. Tanto en forma solitaria como en asociación a universidades y centros tecnológicos.



MUCHAS GRACIAS
JUAN.RIVADENEIRA@UAI.CL