



DESAFIOS DE LA MINERÍA CHILENA

UNA OPORTUNIDAD PARA EL
DESARROLLO DE PROVEEDORES

CORFO



FCH 4.0
FUNDACIÓN CHILE

Enrique Molina Jara
Director de Innovación en Minería
Enrique.molina@fch.cl
Junio 2017

CONTENIDOS

01

**Desafíos de la
Minería**

02

**Programa de
Innovación
Abierta**



01

Desafíos de la Minería
Chilena



Chile, país minero



Chile es el **mayor productor de cobre del mundo** y posee el **30% de las reservas mundiales**



La **minería** ha concentrado más del **60% de las exportaciones** del país (promedio últimos 10 años)



Ha aportado un **20% de los ingresos fiscales** (promedio últimos 10 años)



Ha contribuido en un **13% al Producto Interno Bruto Nacional** (promedio últimos 10 años)



Concentra el **11% del empleo** (directo e indirecto)

Rol del cobre:

1. Balanza de pagos
2. Ingresos fiscales

Competitividad Minería del Cobre

Año 2000

c/lb

Año 2016 (3Q)

c/lb

1°	INDONESIA	29,9	1°	INDONESIA	36,0
2°	MYANMAR	37,1	2°	UZBEKISTAN	81,7
3°	BOTSWANA	41,6	3°	MONGOLIA	84,5
4°	ARGENTINA	42,4	4°	MEXICO	89,1
5°	CHILE	43	5°	SUECIA	94,3
6°	RUSIA	43	6°	SUDAFRICA	94,5
8°	AUSTRALIA	44,9	8°	BRAZIL	99,9
12°	PERU	50,5	10°	PERÚ	110,3
21°	EE.UU.	60,1	17°	AUSTRALIA	134,7
24°	CHINA	62,8	19°	CHILE	142,1
29°	ZAMBIA	81,7	21°	CHINA	154,2

01 Sin embargo, la minería enfrenta diferentes desafíos...

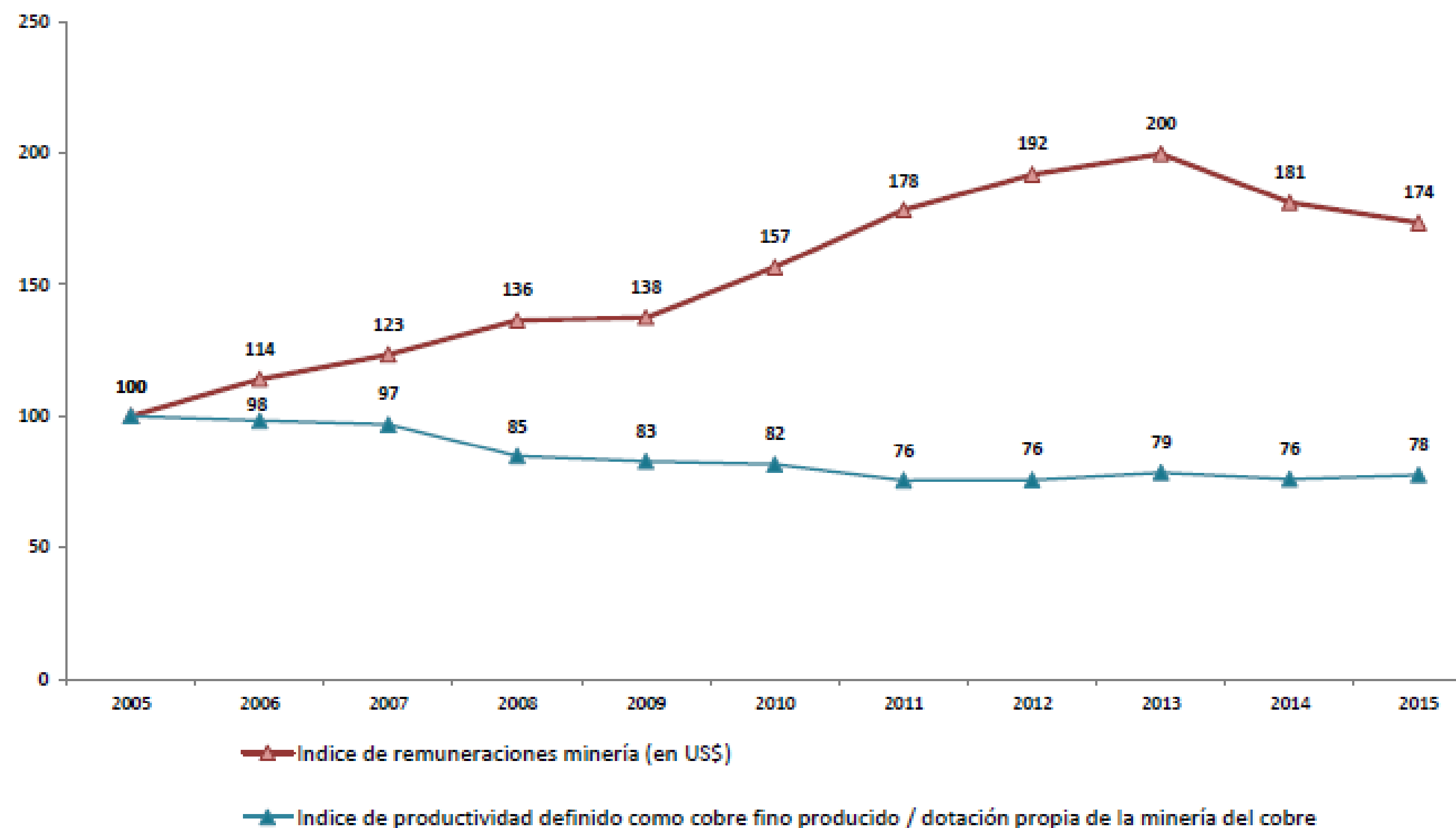
DESAFÍOS

GEOLOGÍA

- ▶ Minas más profundas
- ▶ Menor ley de mineral

Mayor costo
de operación;
menor
productividad

Productividad laboral en la minería del cobre y
remuneraciones 2005 – 2015



Fuente: Consejo Minero a partir de información
de Cochilco e INE.

01 Sin embargo, la minería enfrenta diferentes desafíos...

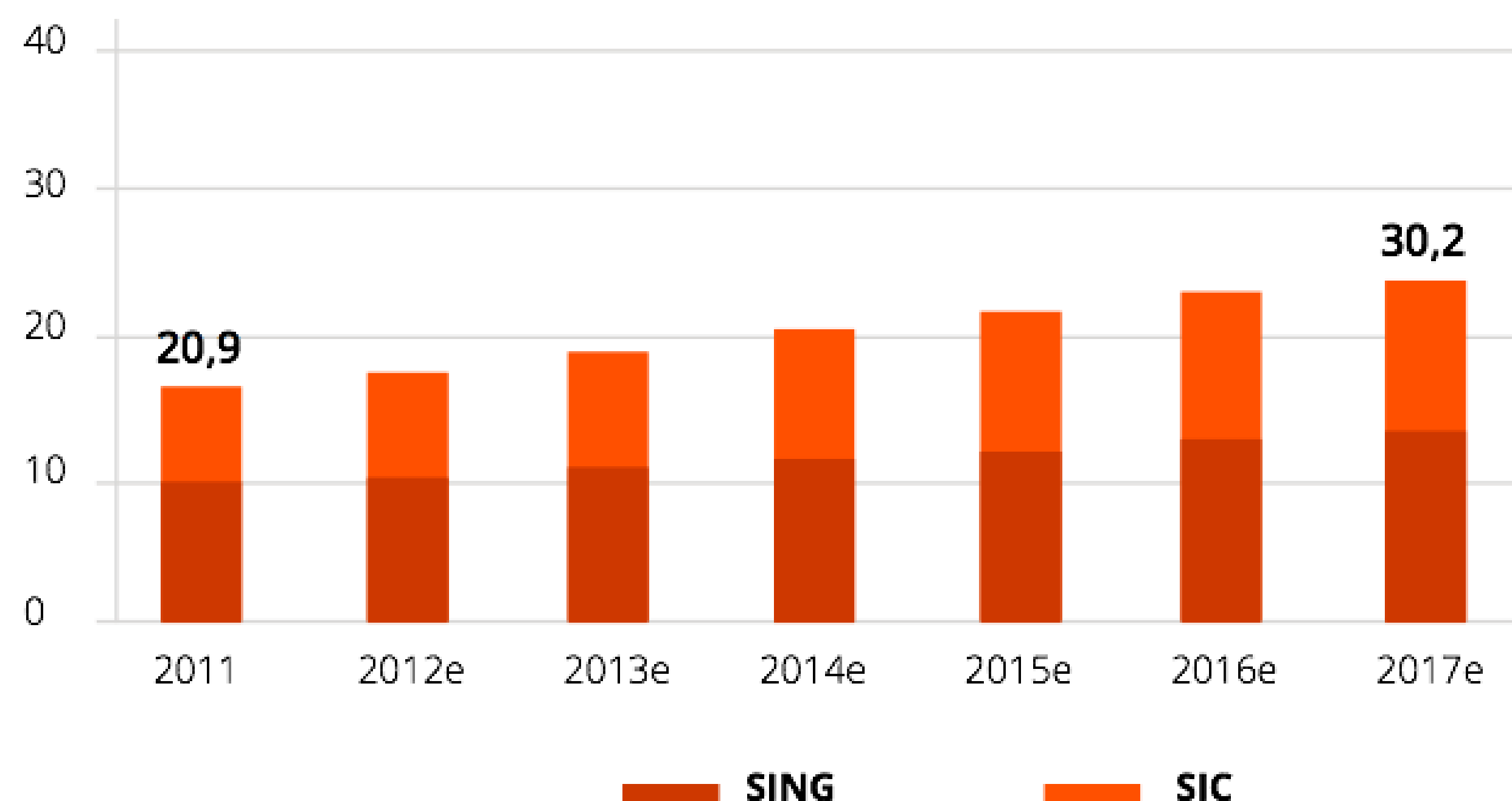
DESAFÍOS

ENERGÍA

- Consumo de energía y costos en aumento

Esto implica la búsqueda de formas más eficientes de usar la energía y el potenciamiento de las ERNC

Tera watts hora



01 Sin embargo, la minería enfrenta diferentes desafíos...

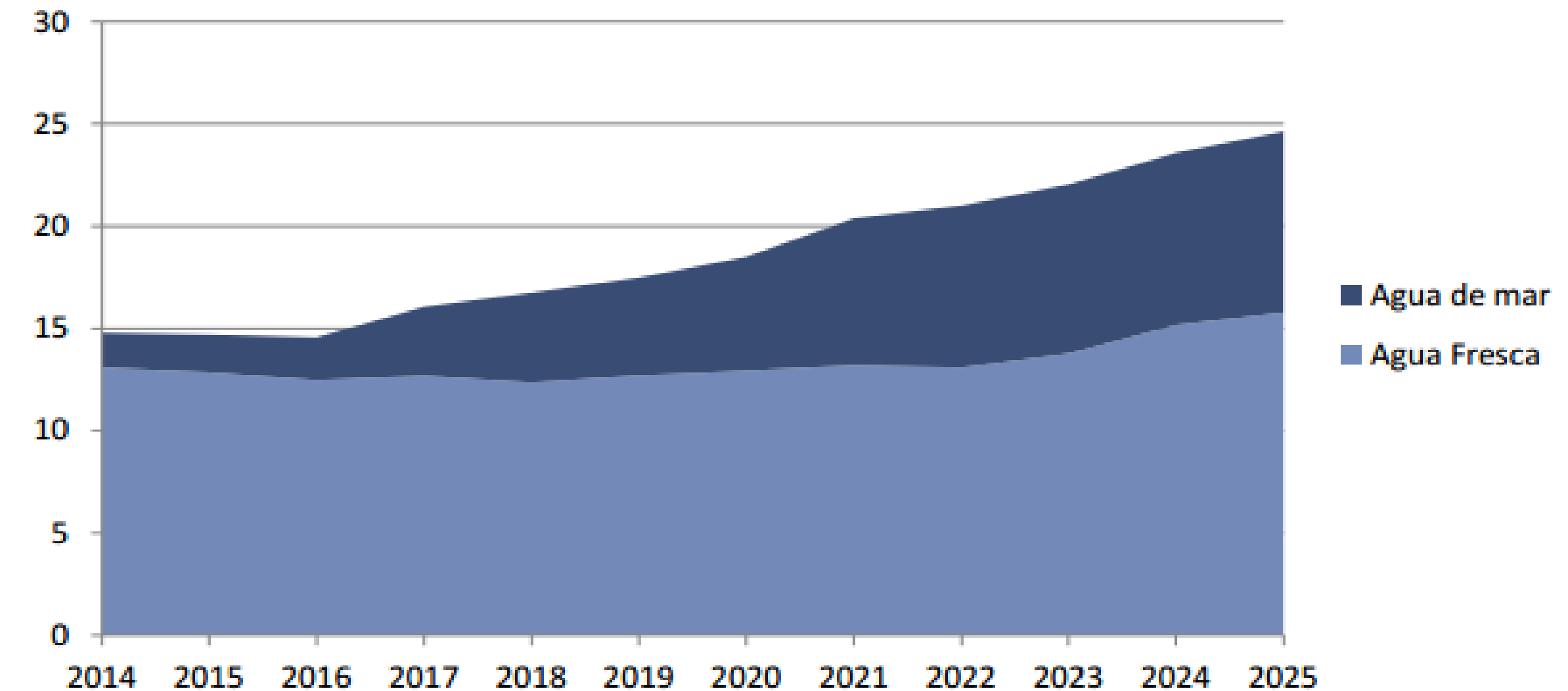
DESAFÍOS

AGUA

El agua de mar representará un 36% del consumo futuro.

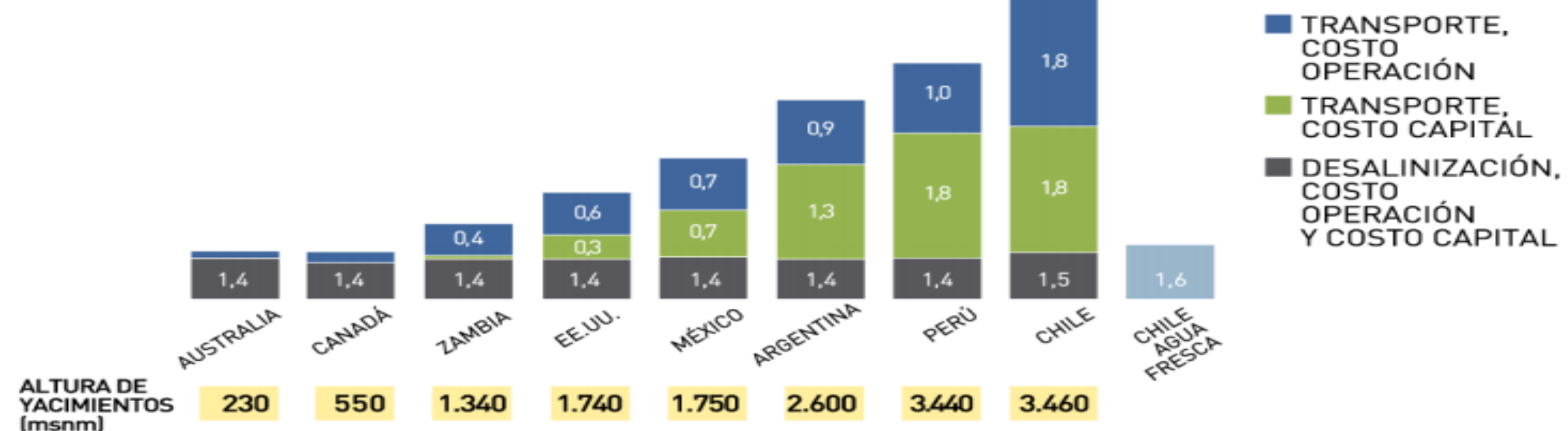


En Antofagasta, el uso de agua de mar representará el 60% del consumo total



Agua: recurso necesario, escaso y caro

Costo por uso de agua de mar
USD/m³



FUENTE: Wood Mackenzie, CRU Group, Análisis McKinsey

01 Sin embargo, la minería enfrenta diferentes desafíos...

DESAFÍOS

Requerimientos Sociales

- ▶ Comunidades más informadas
- ▶ Mayor participación

Marco Regulatorio

- ▶ Nuevos estándares ambientales
- ▶ Mayores regulaciones de los mercados.

Capital Humano

- ▶ Aumento de la demanda
- ▶ Altas tasas de accidentes
- ▶ Costos laborales en aumento

NÚCLEOS TRACCIONANTES

PLANIFICACIÓN MINERA
OPERACIONES Y

CONCENTRACIÓN DE
MINERALES

RELAVES

HIDROMETALURGIA

FUNDICIÓN Y REFINERÍA

NÚCLEOS HABILITANTES

Capital Humano

Proveedores

Minería Inteligente

2035*

Producción de 8,5 Mt/año

80% de la producción en
primeros cuartiles de costos

250 empresas proveedoras
de clase mundial

MUS\$ 4.000 en
exportaciones de bienes y
servicios

01 Minería Chilena

DESAFÍOS

2015 -2035

Planificación y Operación minera

Concentración de minerales

Relaves

Hidrometalurgia

Fundición y refinería

Capital Humano

Proveedores

Minería Inteligente

01 Núcleo: Planificación y Operación Minera

DESAFÍOS

Desafíos

01

Mina Rajo Abierto

01

Mov. Grandes Volúmenes por Largas Distancias.

02

Gestión de activos.

03

Manejo de Residuos e Impacto (PM10/PM2,5).

02

Mina Subterránea

01

Minería Profunda a Gran Escala.

03

Proyecto Minero, Ingeniería, Construcción y Puesta en Marcha

01

Estrategia óptima de consumo de reservas.

02

Disminuir la brecha entre parámetros proyectados versus reales.

03

Acortar los ciclos pre-inversionales.

Ámbitos

01

Planificación Minera MR-MS

02

Sistemas de Explotación MR-MS

03

Mantenimiento MR-MS

04

Caracterización / Geociencias MR-MS

05

Fragmentación MR-MS

06

Medioambiente MR

07

Constructibilidad de Taludes MR

08

Remotización y Automatización MR-MS

01 Minería Chilena

DESAFÍOS

2015 -2035

NÚCLEOS
TRACCIONANTES

NÚCLEOS
HABILITADORES

Planificación y Operación minera

Concentración de minerales

Relaves

Hidrometalurgia

Fundición y refinería

Capital Humano

Proveedores

Minería Inteligente

01 Núcleo: Concentración de minerales

DESAFÍOS

Desafíos

- ▶ Disminución del Consumo de Energía, Agua y Aceros.
- ▶ Gestión de Activos.
- ▶ Aumento de recuperación de cobre, ley de cobre en concentrados.
- ▶ Control de impurezas.

Ámbitos

- 01 Eficiencia Energía/Agua/Aceros
- 02 Gestión de mantenimiento
- 03 Control Experto
- 04 Eficiencia Metalúrgica
- 05 Impacto del uso de agua de mar/desalada

01 Minería Chilena

DESAFÍOS

2015 -2035

NÚCLEOS
TRACCIONANTES

NÚCLEOS
HABILITADORES

Planificación y Operación minera

Concentración de minerales

Relaves

Hidrometalurgia

Fundición y refinería

Capital Humano

Proveedores

Minería Inteligente

01 Núcleo: Relaves

DESAFÍOS

4 Desafíos

- 01 Propiciar la inclusión y aceptación comunitaria
- 02 Enfrentar la creciente escasez de agua y superficie
- 03 Minimizar las infiltraciones y su impacto, controlar las aguas de contacto y asegurar la estabilidad de los depósitos
- 04 Promover la conversión desde un pasivo a un activo

17 Soluciones ↑ 34 Líneas I+D+i

Ámbitos

- 01 Normativa
- 02 Capital Humano especializado y avanzado
- 03 Monitoreo en línea y tiempo real
- 04 Tecnologías para el tratamiento de efluentes, RILES y RISES

Programa Tranque

Monitoreo
de avanzada
para una minería
responsable

Socios estratégicos



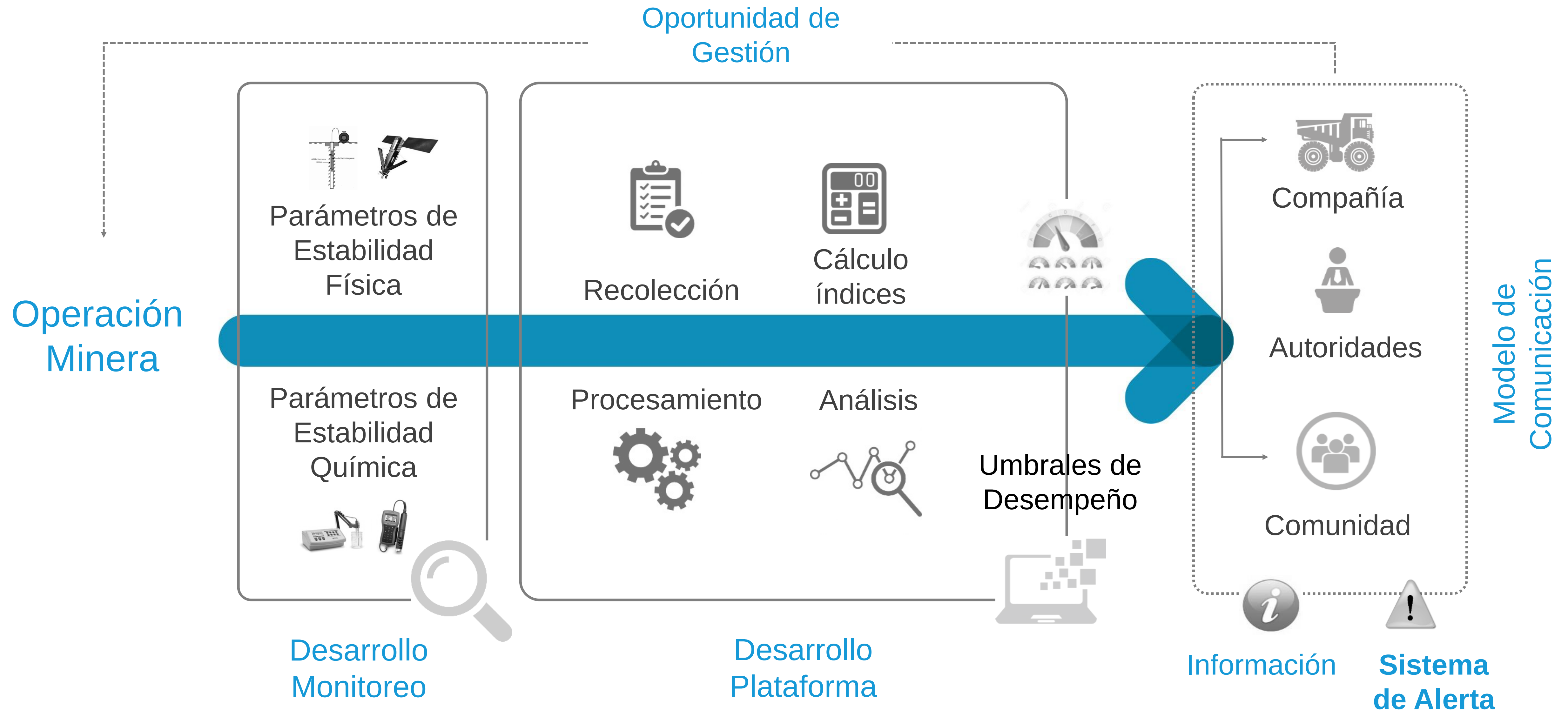
Gracias al aporte de:



**programa
tranque**

Monitoreo de avanzada para
una minería responsable

Modelo Conceptual



La oportunidad

- Desarrollo de nueva oferta:
 - ✓ Desarrollo de plataforma (feb./mar 2018)
 - ✓ Desarrollo/ adaptación de sensores o métodos de monitoreo (a partir de segundo semestre 2018)



01 Minería Chilena

DESAFÍOS

2015 -2035

NÚCLEOS
TRACCIONANTES

NÚCLEOS
HABILITADORES

Planificación y Operación minera

Concentración de minerales

Relaves

Hidrometalurgia

Fundición y refinería

Capital Humano

Proveedores

Minería Inteligente

01 Núcleo: Hidrometalurgia

DESAFÍOS

Desafíos

- ▶ Uso de Futura Capacidad Ociosa.
- ▶ Recuperación de Cobre y Metales Preciosos.
- ▶ Disminución de Consumo de Energía y Agua.

Ámbitos

- 01 Lixiviación de minerales alterados
- 02 Lixiviación de minerales de baja ley
- 03 Lixiviación de concentrados y metal blanco
- 04 Lixiviación de polvos
- 05 Lixiviación In Situ/In Place
- 06 Manejo de residuos

01 Minería Chilena

DESAFÍOS

2015 -2035

NÚCLEOS
TRACCIONANTES

NÚCLEOS
HABILITADORES

Planificación y Operación minera

Concentración de minerales

Relaves

Hidrometalurgia

Fundición y refinería

Capital Humano

Proveedores

Minería Inteligente

01 Núcleo: Fundición y refinería

DESAFÍOS

Desafíos

- ▶ Tratamiento de Concentrados Complejos.
- ▶ Aumento de Competitividad con Mayor Nivel de Captura.
- ▶ Disminución de Riesgos y Mejoramiento Condiciones Laborales

Ámbitos

- 01 Mecanización, Automatización y Robotización
- 02 Recuperación de Cu y otros metales
- 03 Gestión Activos, Campañas de mayor duración
- 04 Mínimos Procesos y Operaciones Unitarias
- 05 Tratamiento Concentrados Complejos
- 06 Regulaciones Ambientales, Captura y Condiciones Laborales

01 Núcleo: Fundición y refinería

DESAFÍOS

Sensores



01

Leyes de cobre en concentrado

02

Caracterización mineralógica de concentrados

03

Ley de cobre en metal blanco

04

Flujo de gases y concentración de SO₂ y O₂

05

Temperatura metal blanco al interior del baño

06

Sensor de nivel de escoria y metal blanco

07

Humedad de concentrado

02

PROGRAMA DE INNOVACIÓN ABIERTA

CORFO



Propósito

- ▶ Impulsar la innovación y hacer posible un mejor futuro para la minería global, potenciando el ecosistema de la minería en Chile.
- ▶ Constituir un modelo colaborativo que habilite las mejores soluciones, para los desafíos de alta complejidad de la minería de hoy y mañana.

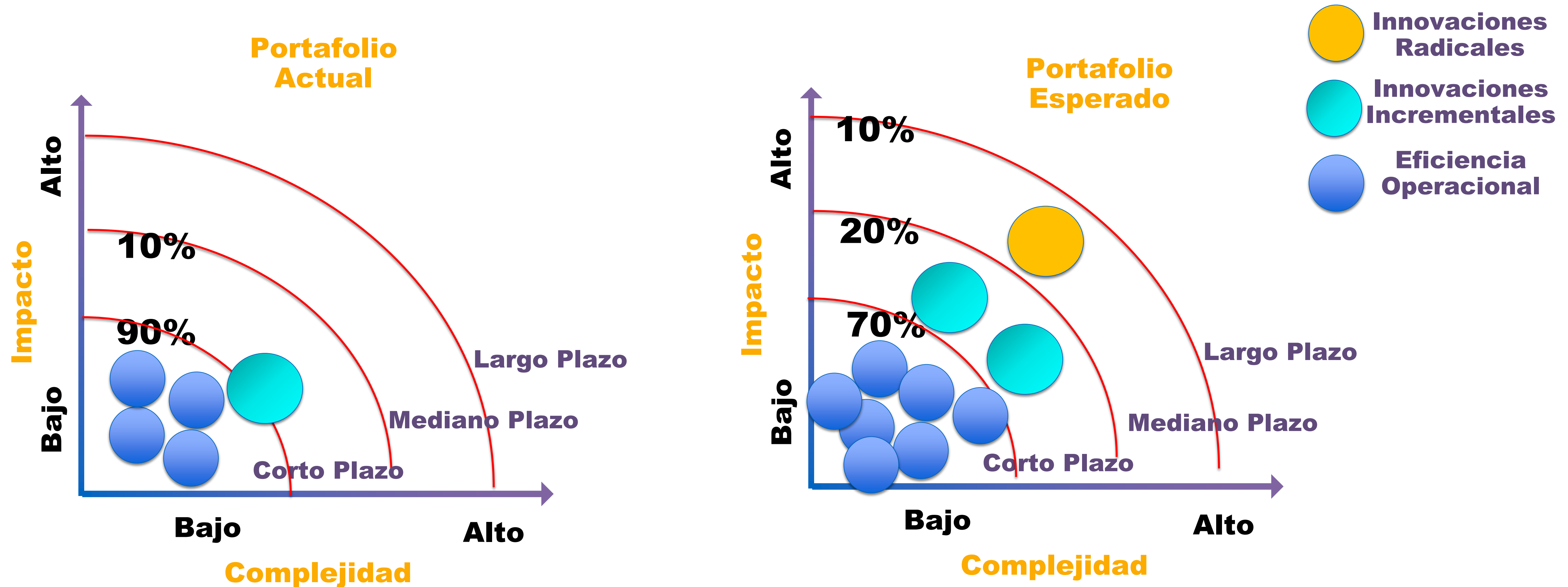


Ecosistema de Innovación



02 Metodología Gestión Portafolio Proyectos de Innovación PIAM

Ilustrativo



02 Propuesta de valor

Propuesta de valor

PROGRAMA DE
INNOVACIÓN ABIERTA



Cartera
de Desafíos



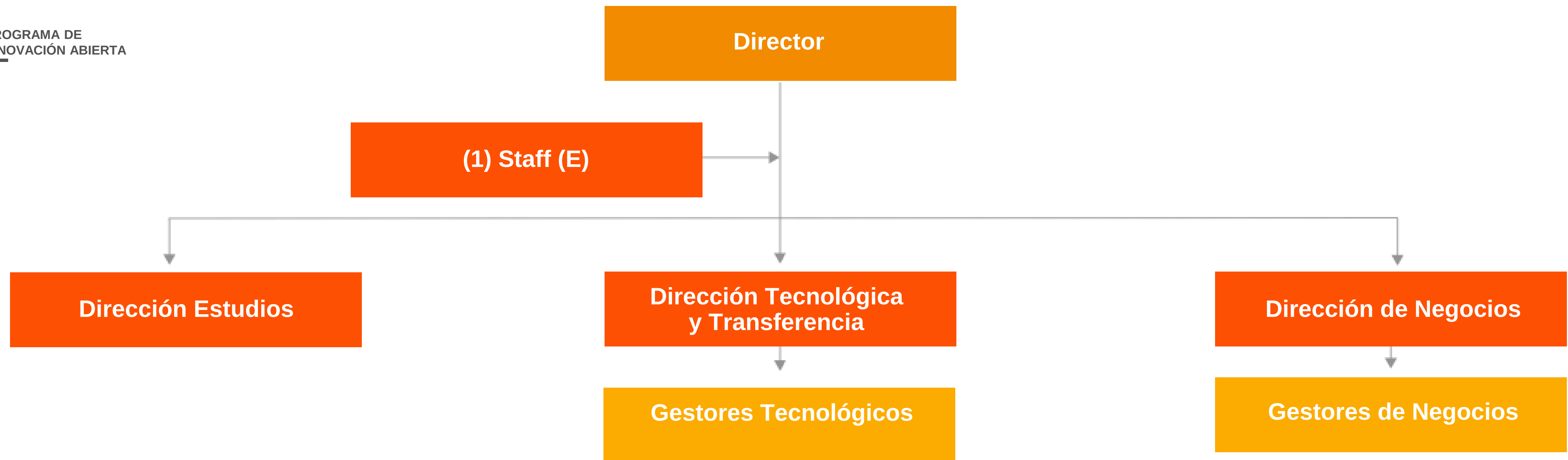
Gestión de
Oferta y Demanda



Gestión de
Negocio

02 Equipo de trabajo

PROGRAMA DE
INNOVACIÓN ABIERTA





DESAFIOS DE LA MINERÍA CHILENA

UNA OPORTUNIDAD PARA EL
DESARROLLO DE PROVEEDORES

CORFO



FCH | **7.0**
FUNDACIÓN CHILE

Enrique Molina Jara
Director de Innovación en Minería
Enrique.molina@fch.cl
Junio 2017