

# NFF Internasjonalt forum

## NTM fra et Entreprenørperspektiv

21.09.2015, Oslo  
Ola Kvammen



Implenia®

# NTM fra et Entreprenørperspektiv

## Agenda

1. Kort introduksjon
2. Prosjekter og utfordringer med NTM – Som rådgiver
3. Prosjekter og utfordringer med NTM – Som entreprenør
4. Erfaringer oppsummert



# NTM fra et Entreprenørperspektiv

## 1. Introduksjon

Bakgrunn: Tekniker

- 9,5 år internasjonal erfaring fra Ecuador, Colombia, Spania, Chile, Peru og Mexico.
- Spansk- og engelsk skrift og tale.
- Har arbeidet som instruktør, arbeidsleder, produksjonsleder, rådgiver for BH og Entreprenør, og Prosjektleder for Entreprenør.
- Arbeidsgivere: Consorcio Escandinavo Agoyan, Aker Entreprenør/NC, Skanska Conciviles, Skava SA og Salfacorp SA.

# NTM fra et Entreprenørperspektiv

## 1. Erfaringer med NTM i utlandet

- Fra aktivitet i Chile og Peru i gjennom 3,5 år med oppdrag for bla. Codelco, Anglo American, Fluor og Salfacorp.
- Del 1: Codelco Andina Fase 1 – forbedringsprosesser for å nå oppsatte fremdriftsmål.
- Del 2: Rådgivingstjenester gjennomføringsstudier for tunnelprosjekter i planleggingsfasen.
- Del 3: Rådgiver for Salfacorp med implimentering av forbedret tunnelteknologi og senere prosjektleder for Salfacorp sitt tunnelprosjekt i «El Teniente» – Los Adits de Ventilación.

# NTM fra et Entreprenørperspektiv

## 1. En spennende tid med Skava Consulting SA.



MAKING PROJECTS A FASCINATING JOB

Quiénes somos	Administración y supervisión de la construcción		Proyectos
	Entrenamiento y transferencia tecnológica	Ingeniería de obras subterráneas	
Servicios especiales		Contacto 	Geología y Geotecnia

# NTM fra et Entreprenørperspektiv

## 2. Erfaringer med NTM i utlandet

NTM er kjent for effektivitet

- I Norge drives B&D tunneler langt raskere enn utenfor landets grenser.
- Bruk av digital teknologi.
- Lav bemanning, høyt kompetansenivå, lite supervision og høy grad av delivering.
- Sikringsfilosofi der fjellet inngår som byggemateriale.
- Risikodeling mellom BH og entreprenør

# NTM fra et Entreprenørperspektiv

## 2. Erfaringer med NTM i utlandet

NTM er kjent for effektivitet

- Utenlandske byggherrer ser gjerne til Norge og norsk tunnelteknologi i håp om å sikre fremdrift og økonomi i nye prosjekter/investeringsprosesser.
- Flere kommer på prosjektbesøk til Norge og lar seg imponere.
- Reiser ofte hjem med drømmer om implementering i sine prosjekter asap.
  - Lite realistisk på kort sikt – lavere kompetansenivå, feil byggherreinvolvering,
  - Lite tilgang på Norske entreprenører utenfor Scandinavia.
  - Begrenset tilgang på kompetanse som ønsker å reise ut.

# Erfaringer med NTM i utlandet

## 2. Codelco Andina Fase 1

Stort prosjekt med haller og andre instalasjoner i fjell.

- Hensikt: øke prosessering av stein fra 72 til 94 mill/tonn/dag
- Økt produksjon med ca. 70000 tonn kopper/år
- Utbyggningskostnad: US 1.134.000

### Team

- Marcos Allende
- Odd Lindal
- Harald Lutnæs
- Ola Kvammen
- + lag med Norske borere
  
- Kristen Olav Dahl (delvis)
- Fredrik Minsaas (delvis)



# Codelco Andina Fase 1

## 2. Status og scope

Status før oppstart:

- Entreprenør hadde dårlig drift og var langt etter på fremdrift.

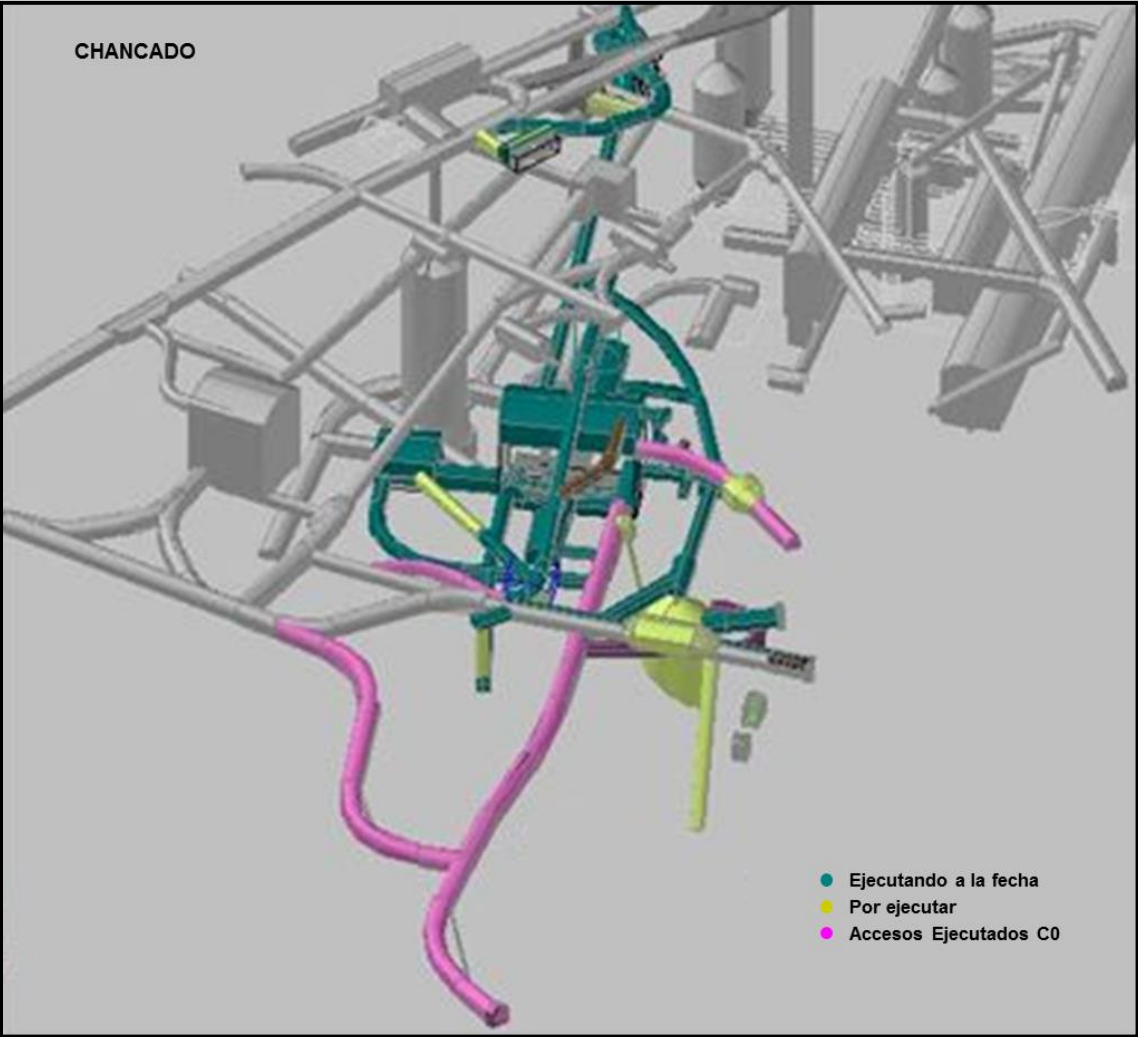
Vårt Scope:

- Bistå BH med å forbedre de driftsopplegg for å hente inn tapt tid.
  - Hovedfokus på fjellhaller
  - Bisto entreprenør med forbedringsprosesser.
  - Endret fra horisontal til vertikal drift.
  - Hentet inn kompetente borere for å sikre effektiv fremdrift.



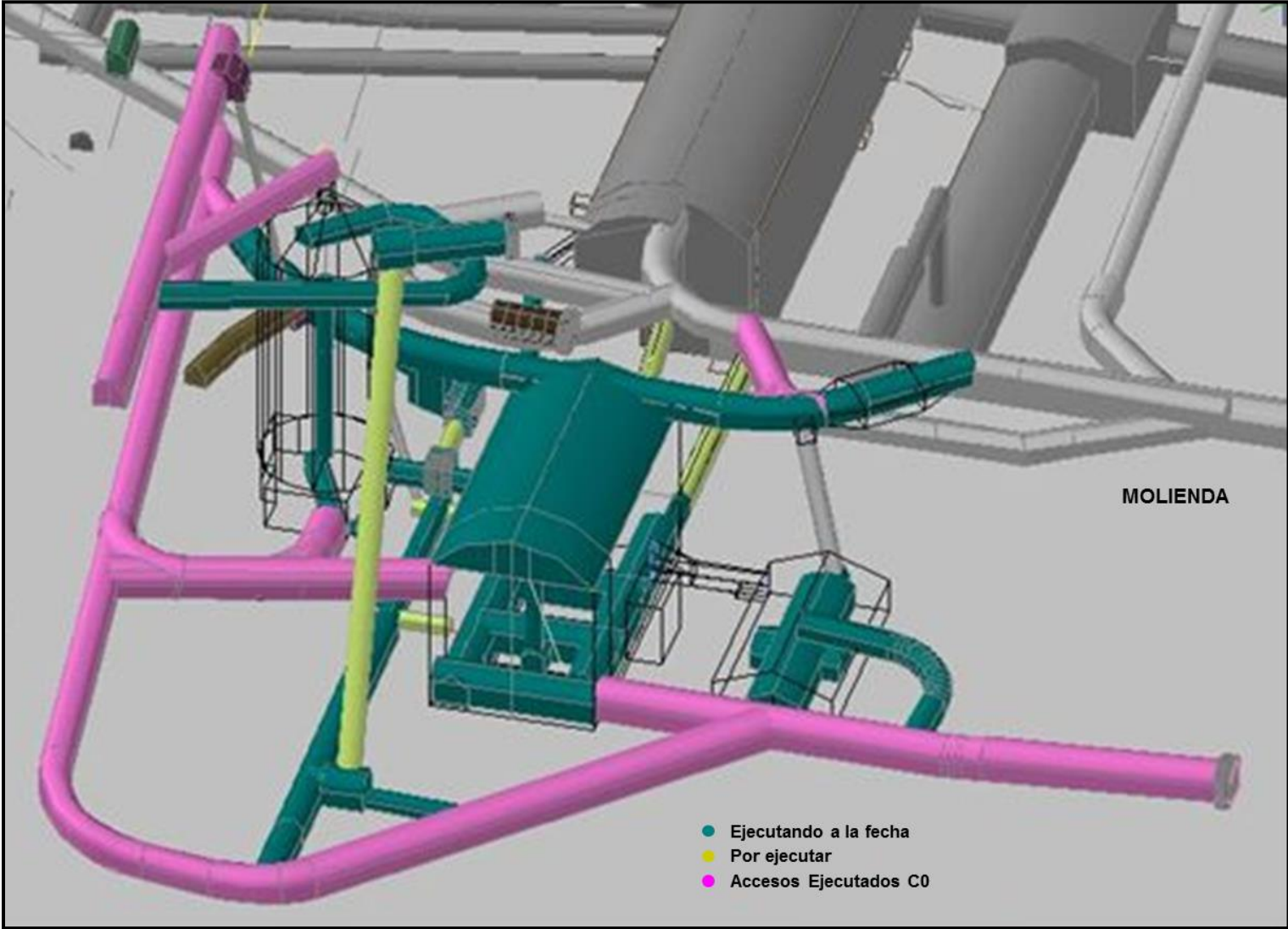
# Codelco Andina Fase 1

## 2. Caverna Chancado



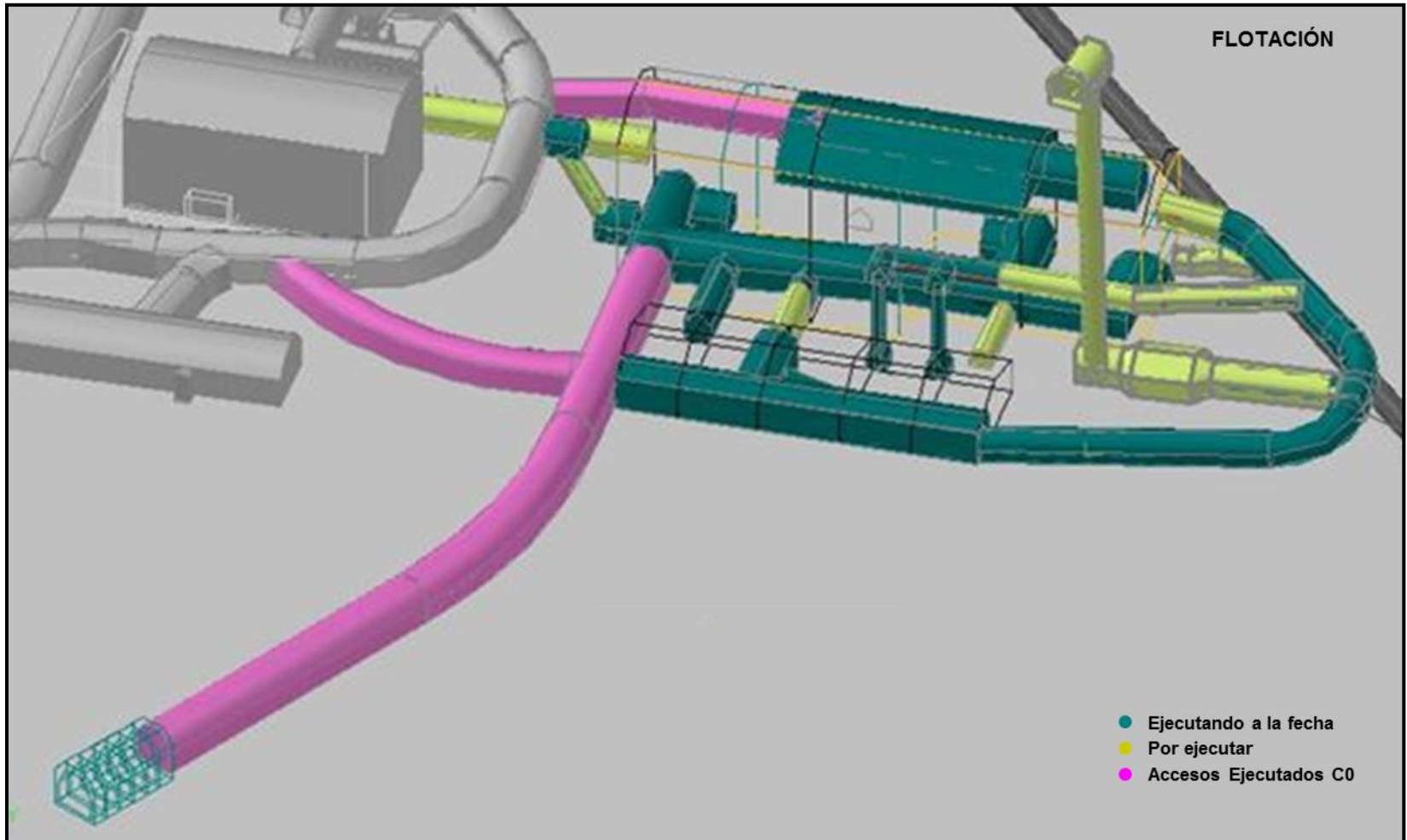
# Codelco Andina Fase 1

## 2. Caverna Molienda



# Codelco Andina Fase 1

## 2. Caverna Flotación





# Codelco Andina Fase 1

## 2. Andina Fase 1



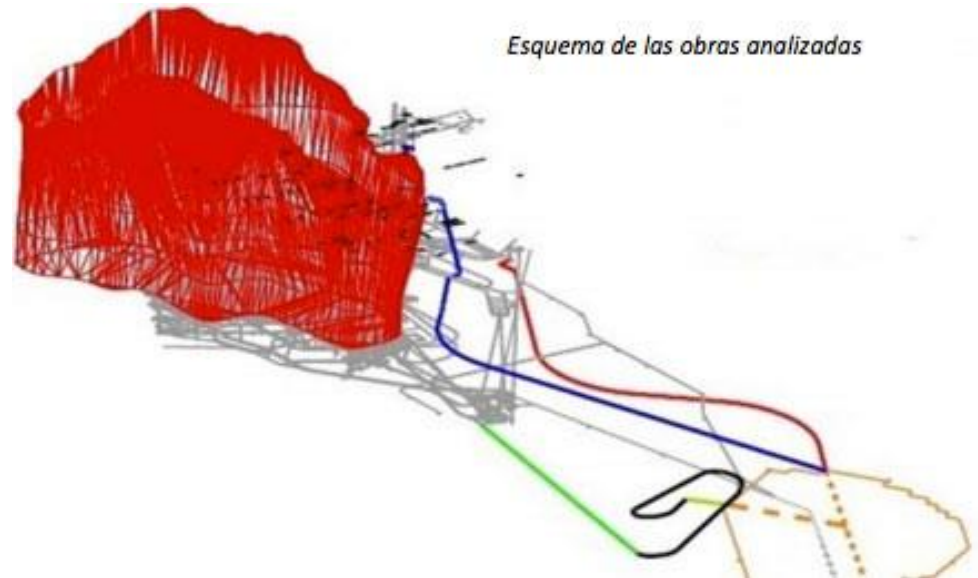
# Erfaringer med NTM i utlandet

## 2. Vinkling mot NTM som rådgiver

Vi deltok i gjennomføringsstudier for flere prosjekter.

Bla.:

- Andina fase II, Chile
- Andina SurSur, Chile
- Andina Nodo 3500
- El Teniente NNM, Chancado subteraneo, Chile
- Quellaveco, Peru



# Erfaringer med NTM i utlandet

## 2. Vinkling mot NTM som rådgiver

I tunnelprosjekt med vinkling mot NTM.

Forslag om rasjonelt driftsopplegg der optimal driftssyklus var målet.

- Med lavere skiftbemanning enn tradisjonelt, og multitasking.
- Og moderne og tilpasset maskinpark. (rigg, laster, rensk, sprøyterobot, ventilasjon)

Kontrakt:

- Risikodeling Entr./BH
- Fremdriftsstyring med ekvivalenttidsregnskap.

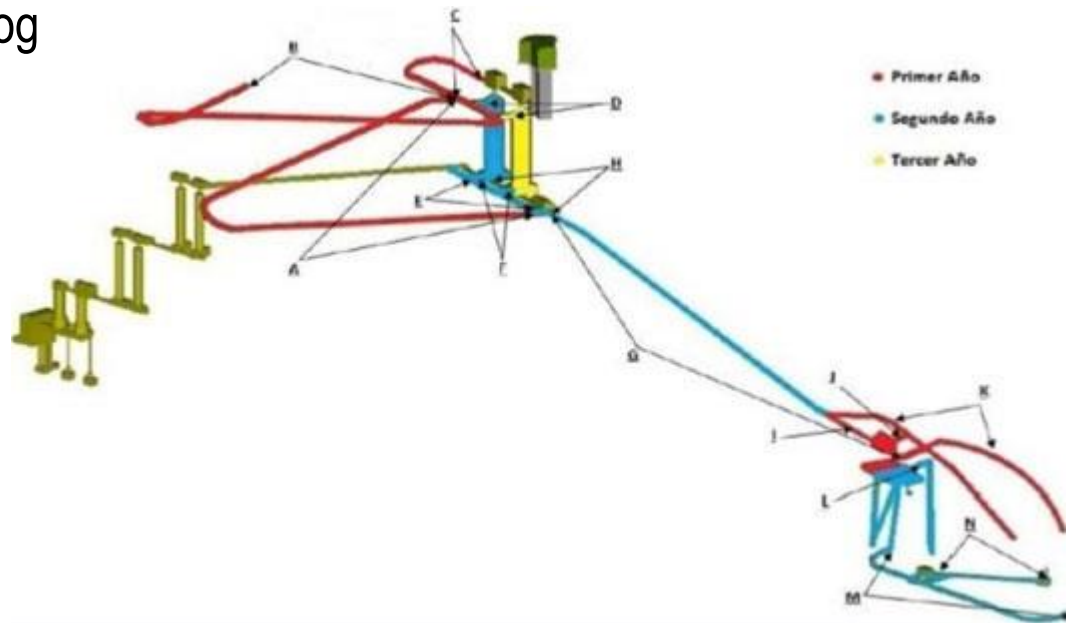


# Erfaringer med NTM i utlandet

## 2. Vinkling mot NTM som rådgiver

Endringer i tradisjonell design:

- Tunneldesign.
- Nettarmert sprutbetong byttet med fiberarmert sprutbetong.
- Stålbuer byttet mot spilling og sprutbetongbuer.
- Mekanisk rensk.
- Grøft





# Erfaringer med NTM i utlandet

## 2. Vi forsøkte å være aktive i bransjen lokalt.

- Gjennomførte treningsprogram med ressurser fra bla. NTNU og Sintef.
- Deltok på bransjeseminar og fagsamlinger med foredrag om NTM.

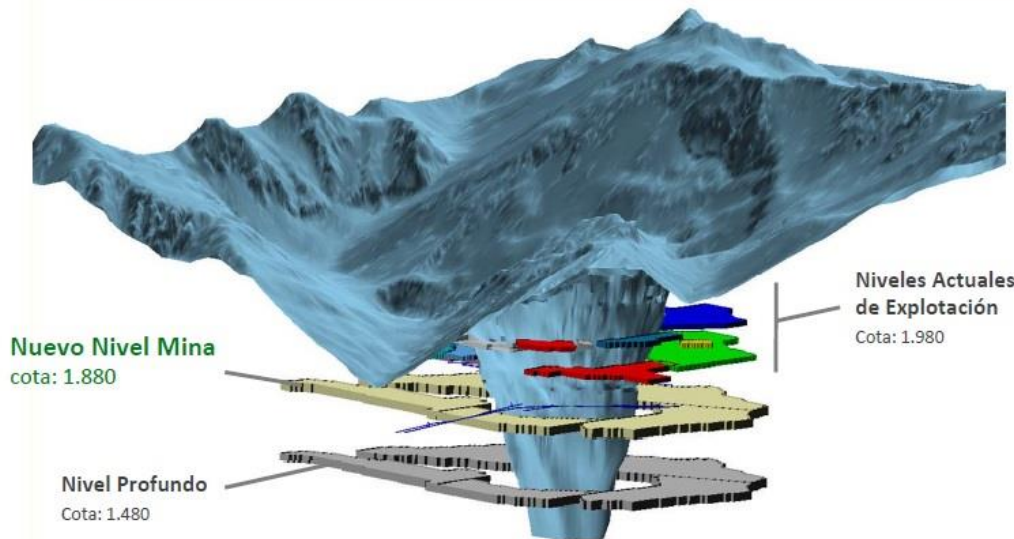


# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. El Teniente – i drift siden 1819

### Descripción del proyecto

Nuevo Nivel Mina – Grandes cifras



INSUMOS 2011 – 2017	
Petróleo	: 18.634 m
Energía	: 303.744 MWh
Agua	: 967.843 m <sup>3</sup>
Pernos	: 1.265.106 un
Malla	: 1.376.266 m <sup>2</sup>
Shotcrete	: 142.926 m <sup>3</sup>
Hormigón	: 88.356 m <sup>3</sup>
Aceros	: 5.601 t
Explosivos	: 7.142 t

OBRAS 2011 – 2017	
Desarrollo Horizontal	: 98.450 m
Desarrollo Vertical	: 3.500 m
Marinas	: 3.624.590 m <sup>3</sup>

Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



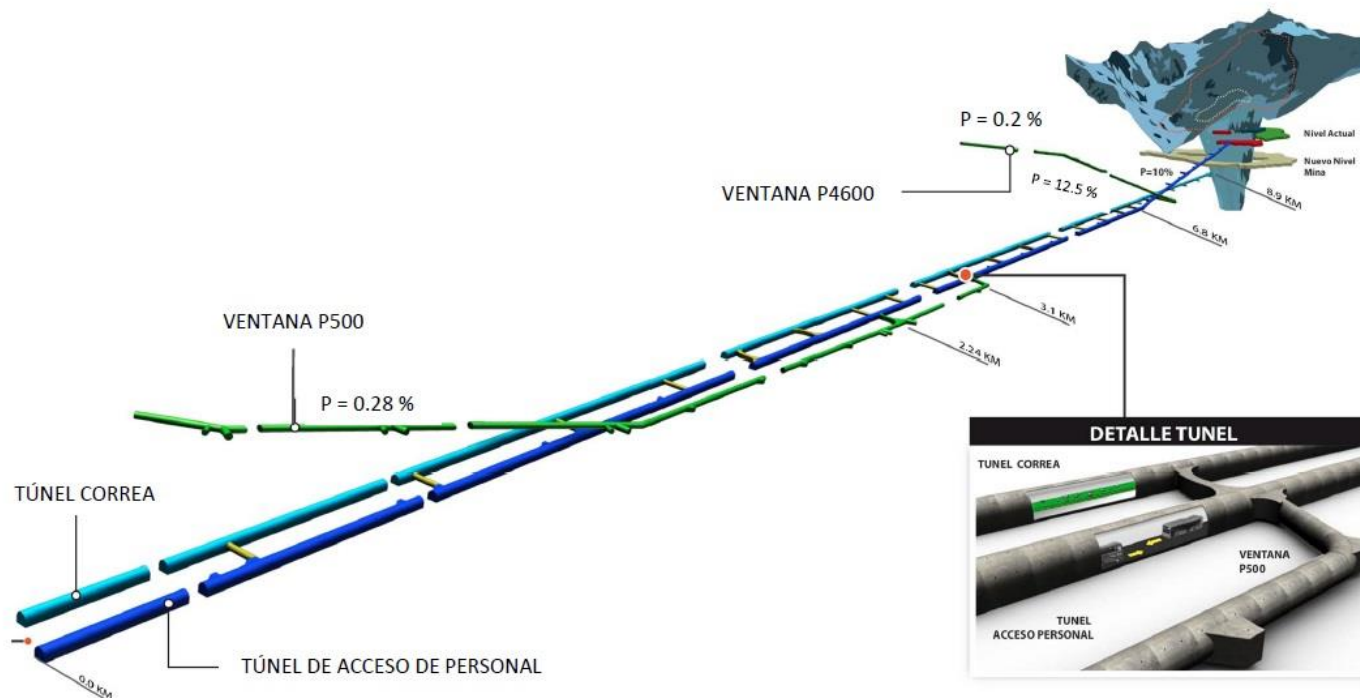


# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Etablering av infrastruktur for fremtidig gruvedrift.

### Descripción del proyecto

Accesos – Túneles Principales



Copyrights © 2011 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2011 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.



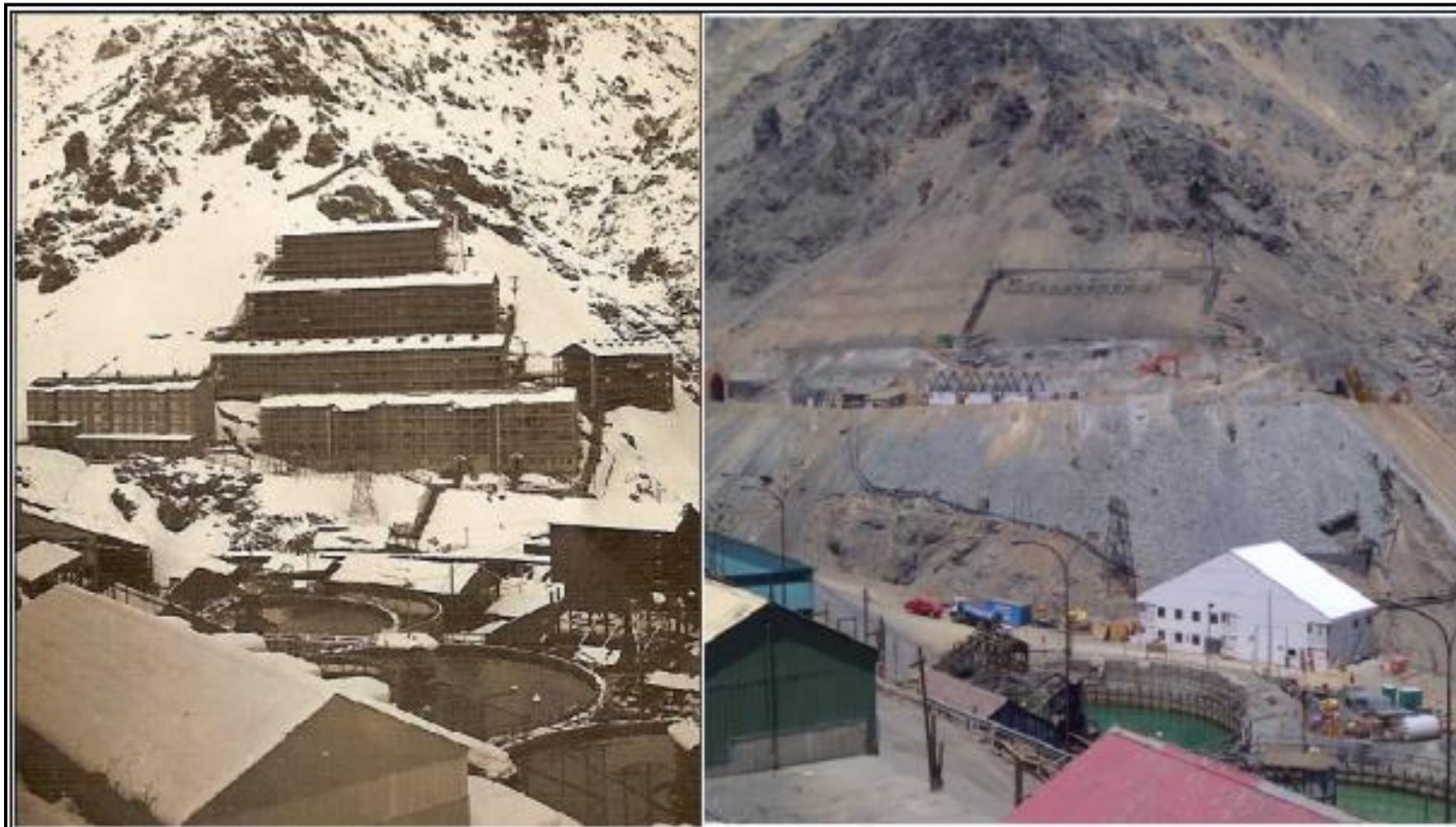
# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Sewell grunnlagt i 1904

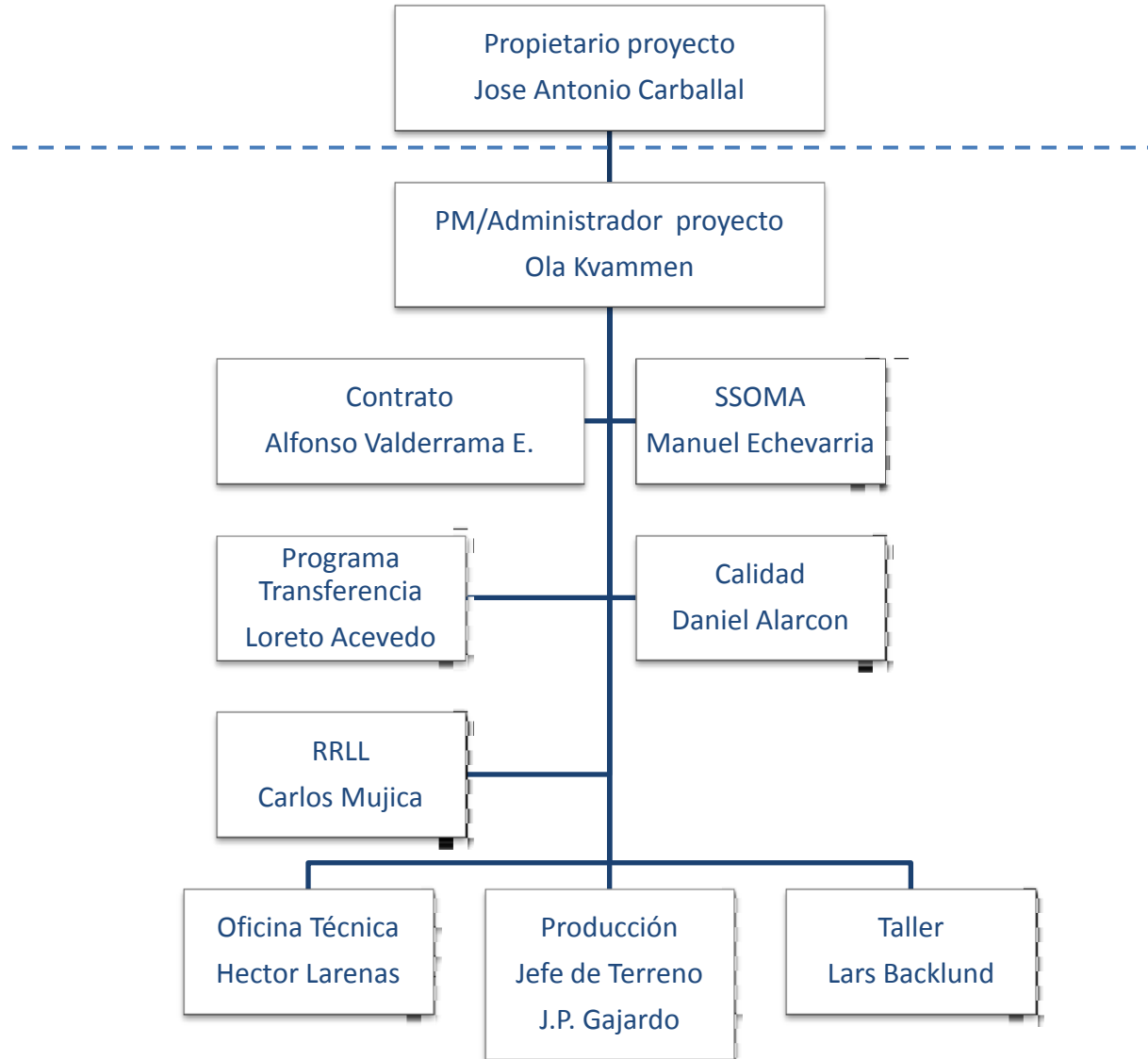


# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Adits de Ventilación

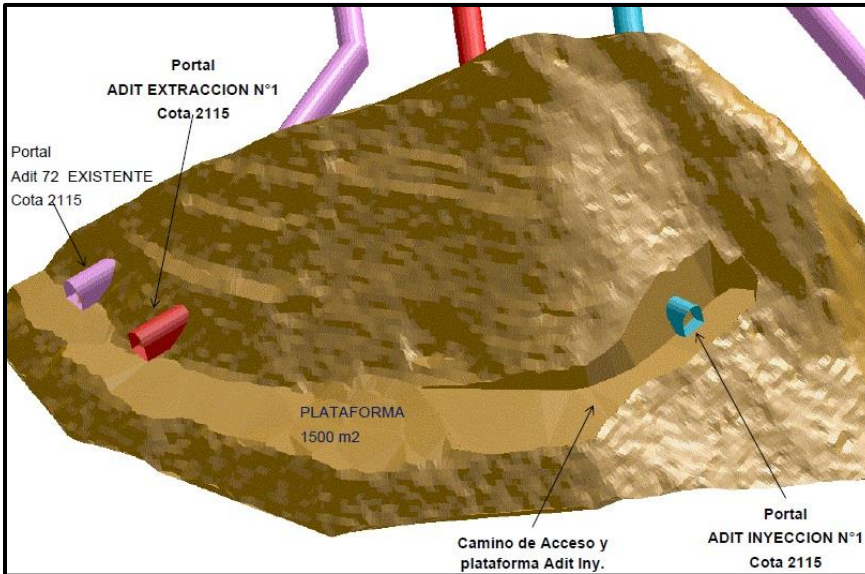






# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Adits de Ventilación





# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Adits de ventilación - Anleggsområdet



## Erfaringer med NTM i utlandet

### 3. Erfaringer som entreprenør - Adits de ventilación, NNM El Teniente.

Byggherre: Codelco

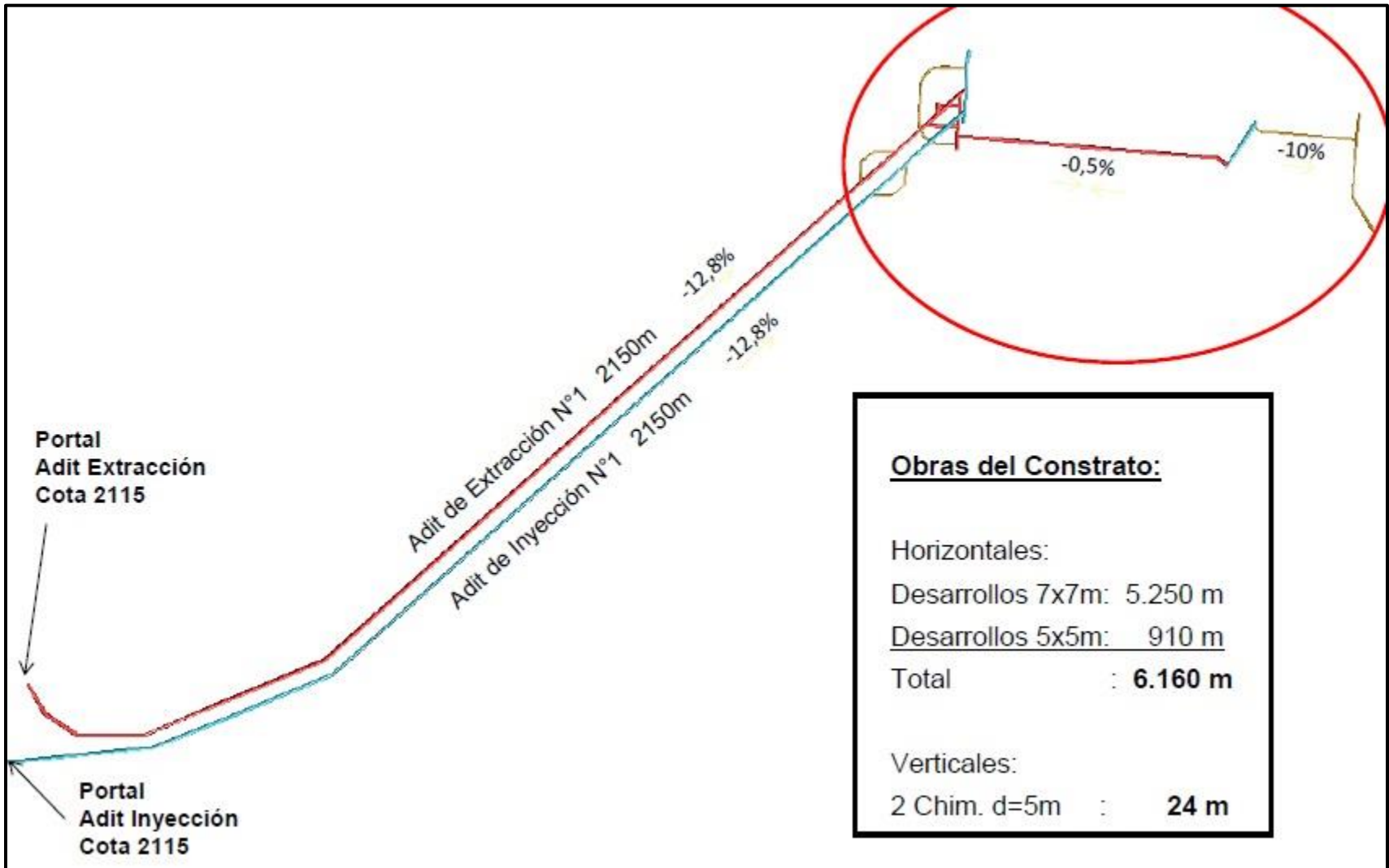
Entreprenør: Salfacorp

- Største entreprenør i Chile
- Aktiviteter i Peru, Colombia og Argentina.
- Kontrakt: Enhetspriskontrakt.
- USD 60 mill.
- Byggetid: 1080 dager
- **Scope:**
- 6,16 km tunnel
  - 5,25 km. 45 m<sup>2</sup>
  - 24 m. Sjakter o.a.
  - 910 m. 23 m<sup>2</sup>



# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

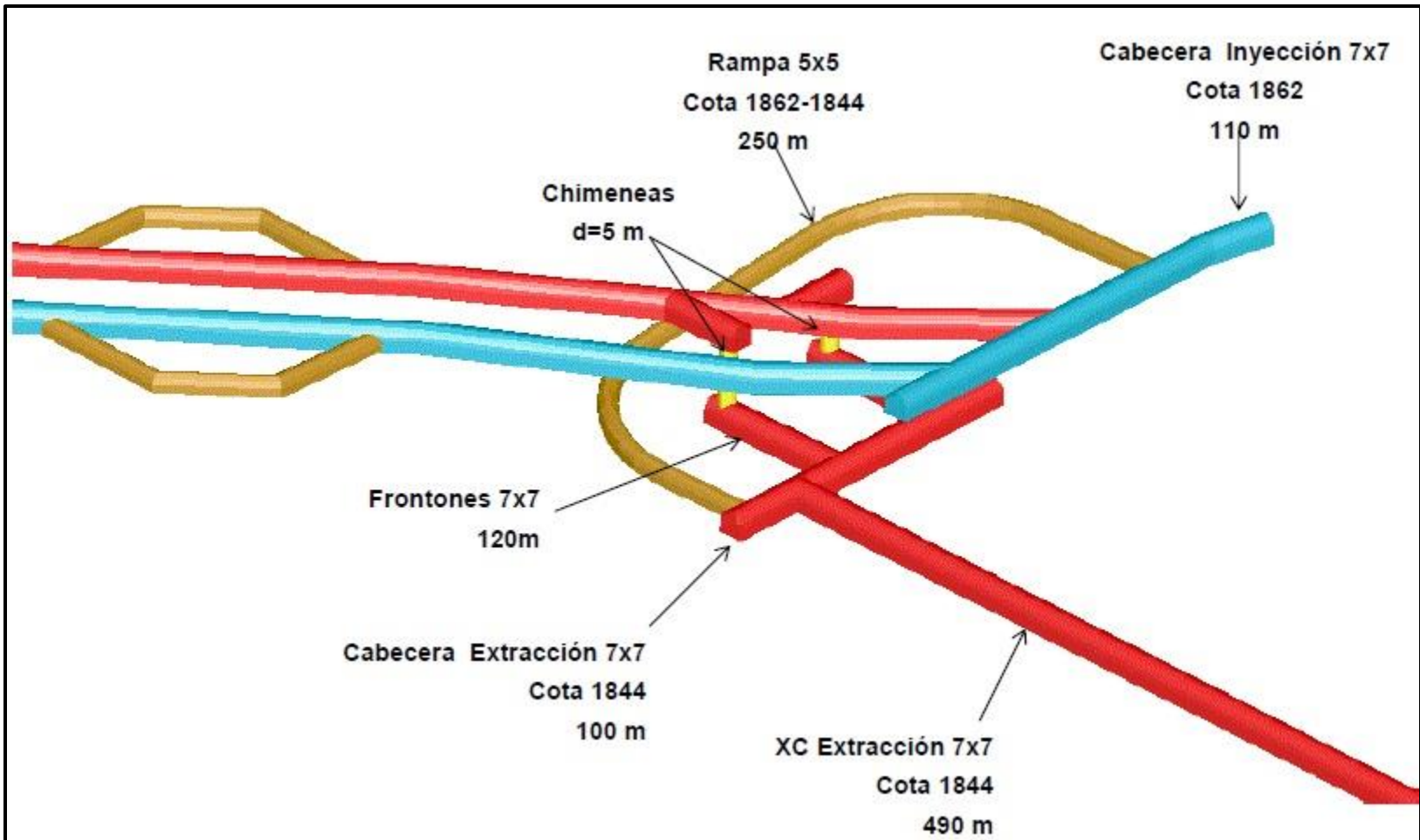
## 3. Planskisse over prosjektet





# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Knutepunkt



# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Hva gjorde vi inn mot NTM

### Internt:

- Tilbud ble levert av Salfacorp basert på:
  - Prinsipp med tilnermet NTM.
  - Med ny moderne «norsk» maskinpark.
  - Iverksatt teoretisk og praktisk treningsprogram.
  - Sendte mellomledere og borrere på «opplæring» i Norge.
  - Hentet inn profesjonelle fra norden for å arbeide sammen med lokale.

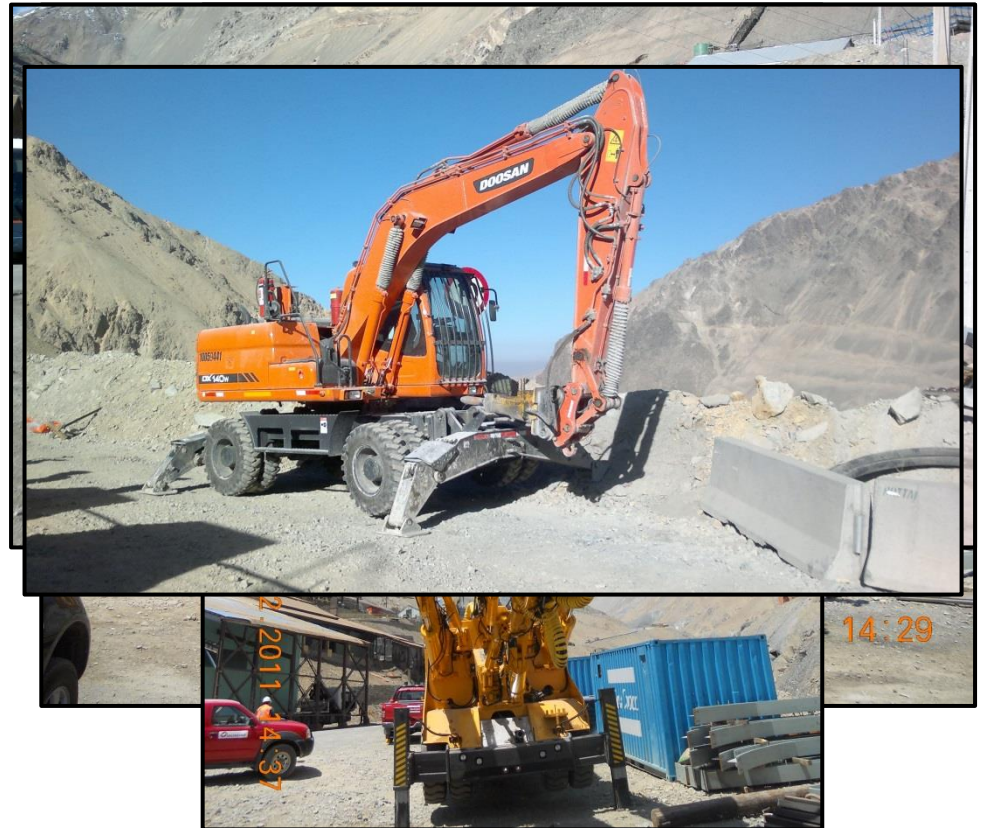
### Mot Byggherre:

- Introduserte BH i det vi hadde tilbudt.
- Gjennomførte prosjektbesøk i Norge med BH.

# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Hva gjorde vi inn mot NTM

- Maskinpark:
  - 1 stk. AMV 3 bom tunnelrigg med Bever og MVD
  - 1 stk. AMV 2 bom tunnelrigg med Bever og MVD
  - 1 stk. AMV Sprøyterigg
  - 1 stk semco Sprøyterigg
  - 2 stk. Volvo 180 hjullaster med sidetipp.
  - 1 stk. Dosan for mekanisk rensk.



# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Verkstedet






# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 3. Så utfordringen med å implimentere gode planer i praksis

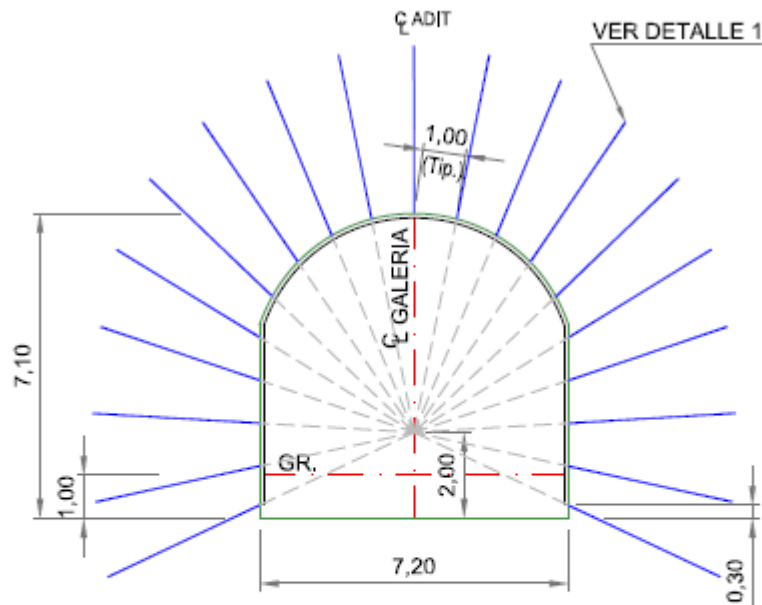
Positiv BH, men med strenge føringer fra gruvedriften. Dvs.

- Sikringsprinsipper som i underjordsgruva
  - ❖ Gyste bolter. 
  - ❖ Sprøytebetong med nett
  - ❖ Sprøyting og delevis bolting av stuff.
  - ❖ Sprøyting etter hver salve.
  - ❖ Stålbuer.
  - ❖ BH involvering hindret driften





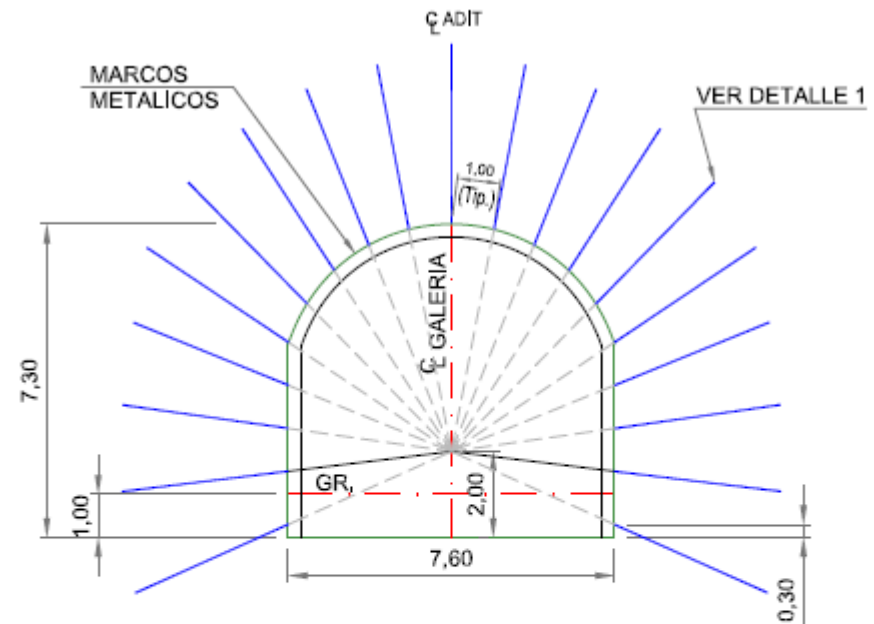
## Clases de fortificación – (sikringsklasser)



**FORT. - CLASE A**

ESCALA 1:125

- 1.- 19 PERNOS ROSCA  $\varnothing$  22 [mm] POR PARADA, ACERO A44-28H CON PLANCHUELA Y TUERCA.
  - LARGO PERNO 4,0 [m]. (3,9 [m]. EN ROCA).
  - SEPARACIÓN ENTRE PERNOS 1,0 [m].
  - SEPARACIÓN ENTRE PARADAS 1,0 [m].
  - PERNOS LECHADO A COLUMNA COMPLETA.
- 2.- SHOTCRETE CON FIBRA SINTÉTICA CON UN ESPESOR FINAL DE 10 [cm].
- 3.- SECCIÓN LIBRE DE 7,0 X 7,0 [m].



**FORT. - CLASE B**

ESCALA 1:125

- 1.- 19 PERNOS ROSCA  $\varnothing$  22 [mm] POR PARADA, ACERO A44-28H CON PLANCHUELA Y TUERCA.
  - LARGO PERNO 4,3 [m]. (4,2 [m]. EN ROCA).
  - SEPARACION ENTRE PERNOS 1,0 [m].
  - SEPARACION ENTRE PARADAS 1,0 [m].
  - PERNOS LECHADO A COLUMNA COMPLETA.
- 2.- SHOTCRETE CON FIBRA SINTÉTICA CON UN ESPESOR FINAL DE 30 [cm] ENTRE MARCOS.
- 3.- MARCO METALICO, SEGUN PLANO "T09E205-F1-VCPNNM-24320-200ES02-2530-002"
- 4.- SECCION LIBRE DE 7,0 X 7,0 [m].

# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 4. Så utfordringen med å implimentere gode planer i praksis



Byggherren måtte overbevises om at:

- Driving kan gjennomføres etter andre prinsipp i området utenfor underjordsgruva.
- Viste til resultater oppnådd med NTM
- Scandinaviske drivere på hvert lag.

# Erfaringer med NTM i utlandet - Som entreprenør

## 4. Så utfordringen med å implimentere gode planer i praksis

Byggherren måtte overbevises om at:

- Bergsikringsmetodene kunne forenkles.
  - Omfattende prosess iverksatt for implementering av spilling og armerte buer.
  - BH måtte tildels overbevises med beregninger.
  - Norconsult bisto i prosessen.
  - Testing av kombi bolt CT – Vik Ørsta



# Erfaringer oppsummert

## 4. Hva oppnådde vi

### **Et semi NTM som fungerte middels:**

- Dels pga. BH's regelverk og involvering
- Dels pga. kultur, ledelsesutfordringer, o.l.

### **Teknisk og kontraktuelt fikk vi gjennomslag for:**

- Sprøytebetong med pp-fiber inn til gruveområdet.
- Q-tabell og sikringsklasser.
- Bruk av RRS og spilling.
- Sonderboring og kartlegging med MWD
- Geologisk kartlegging etter salve.
- Ekvivalenttidsregnskap.

# Erfaringer oppsummert

## 4. Hva oppnådde vi - byggemetode

### 04 Metodologia de Construcción



Operaciones Unitarias
Ventilación
Extracción marina
Acuñadura
Mapeo geológico
Limpieza pata
Aplicación shotcrete (frente, boveda y cajas)
Fragüe Shotcrete
Avance de servicios
Movilización y navegación del jumbo o "marc. frente"
Sondajes exploratorios
Perforación frente y pernos
Lechado de Pernos
Carguio explosivos
Tronadura

- Mapeo 30 min.
- Avance servicio durante fragüe shotcrete cada 50 m.
- Sondajes de 20 m. cada 15 m.
- Meta equivalente mensual = 140 m.
- Método Noruego de tunelería – implementación parcial.
  - Personal polifuncional
  - Altamente mecanizada
  - Shotcrete con fibra
  - Enfoque especial – servicios, ventilación, mantención caminos.
  - Seguimiento fortificación observacional.
  - Contrato con tiempos equivalentes



## Tipos de Roca según Índice NGI-Q

Tipo de Roca	Clasificación	Valor de Q
R1	Buena	> 10
R2	Regular	1 – 10
R3	Mala	0,1 – 1
R4	Muy Mala	0,01 – 0,1
R5	Extremadamente Mala	< 0,01

## Adit Inyección

Tipo de Roca	R1	R2	R3	R4	R5	Total
Metros	0	1196	762	10	148	2116
Porcentaje	0	56,5	36,0	0,5	7,0	100,0

## Adit Extracción

Tipo de Roca	R1	R2	R3	R4	R5	Total
Metros	0	1213	762	10	148	2133
Porcentaje	0	56,9	35,7	0,5	6,9	100

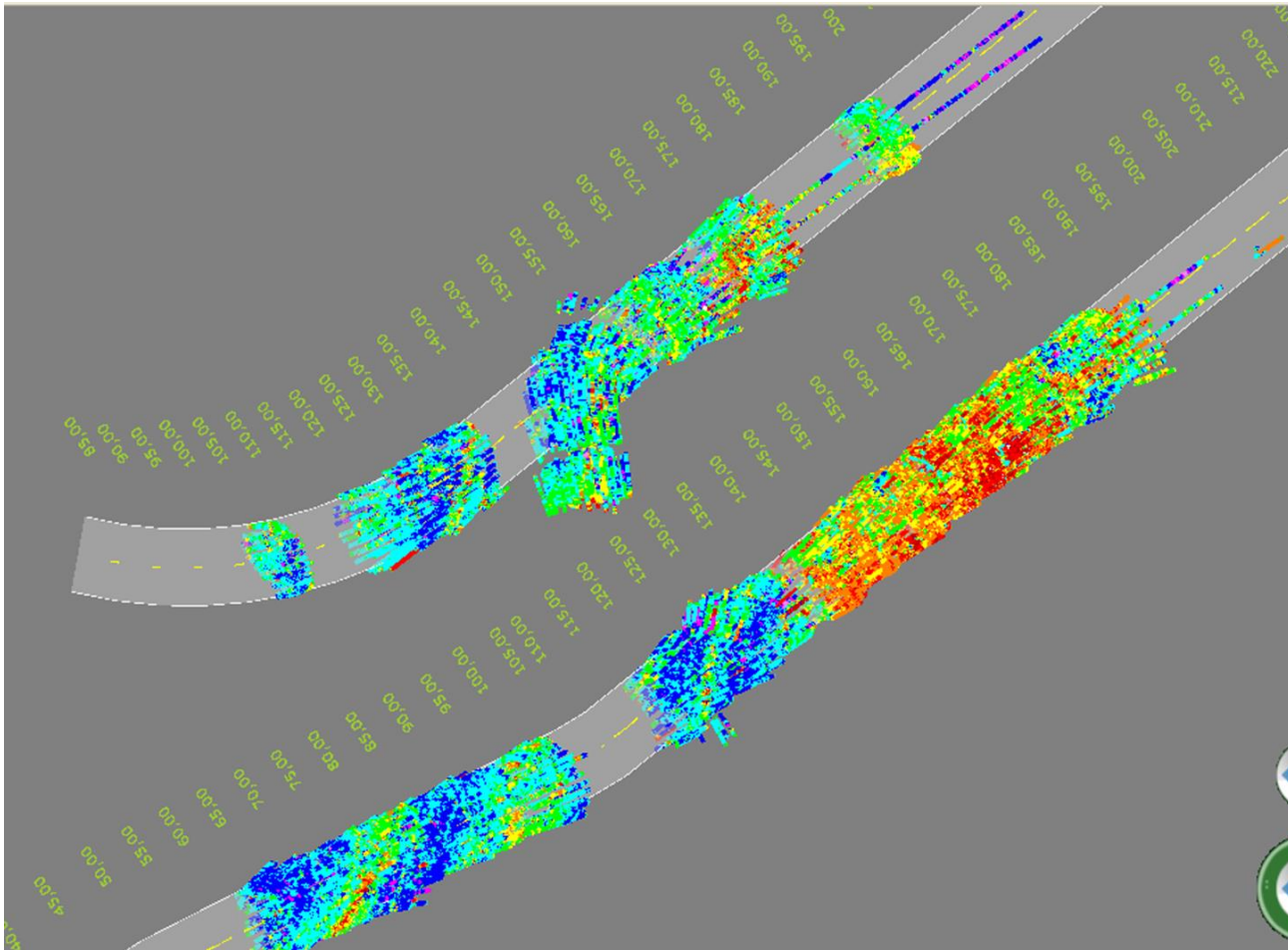




Tipo Roca	Pernos acero A44-28H, 22mm de diámetro		Espesor ShFr Frente (*)	Espesor Shotcrete con Fibra sintética (cm) (**)	Marcos	Tipo Marcha.	Largo Marcha.	Esp. Marcha.
	Largo (m)	Pattern (**)						
I	4,0	1,5 x 1,5	5	5	-	-	-	-
II	4,0	1,5 x 1,5	5	10	-	-	-	-
III	4,0	1,2 x 1,2 (***)	5	10	-	-	-	-
IV	4,3	1,2 x 1,2	5	20	Rígido/RRS	Helicoidal	9 m	60 cm
V	4,3	1,2 x 1,2	10	30	Rígido/RRS	Autoperf.	9m	30 cm

(\*) Según Nota Técnica T11M408-I1-T11M408-02530-NOTGE04-2530-006-0, Revisión memoria de cálculo de espesor de shotcrete en la frente como soporte temporal en la frente, desarrollo Adits de Ventilación. G. Barindelli Marzo 2012.

(\*\*) Informe Técnico U02996/XR0001/0001, "Diseño Guiado por Análisis de Riesgo". G. Ragazzo; N. Damiano; R. Rangaz. Mayo 2011.





# Erfaringer oppsummert

## 4. NTM i utlandet

**Byggherrer er svært interresert i NTM pga.**

- **Høye kapasiteter til akseptabel pris**
- **Kan sikre fremdrift og budsjetttrammer**

**... men forstår kanskje ikke helt konseptet og ser for seg:**

- **Rask implementering og kapasiteter nesten som i Norge.**

# Erfaringer oppsummert

## 4. NTM i utlandet

### For å få full effekt av NTM internasjonalt må:

- Norske entreprenører må ut og vise seg frem.
- et flertall av bemanning ha erfaring med metoden.
- byggherre tas med på laget.
  
- JV med lokal partner kan være lurt.
- Suksess betinger at entreprenøren gjøre hjemmeleksen før en tar på seg oppdrag med tanke på kultur, språk, partneravtaler o.a.



**Implenia<sup>®</sup>**