



JORNADA DE SEGURIDAD DE PRESAS DE ESTÉRILES MINEROS

PROYECTO DE RECRECIMIENTO DEPÓSITOS DE ESTÉRILES DE RIOTINTO

ASPECTOS GEOTÉCNICOS

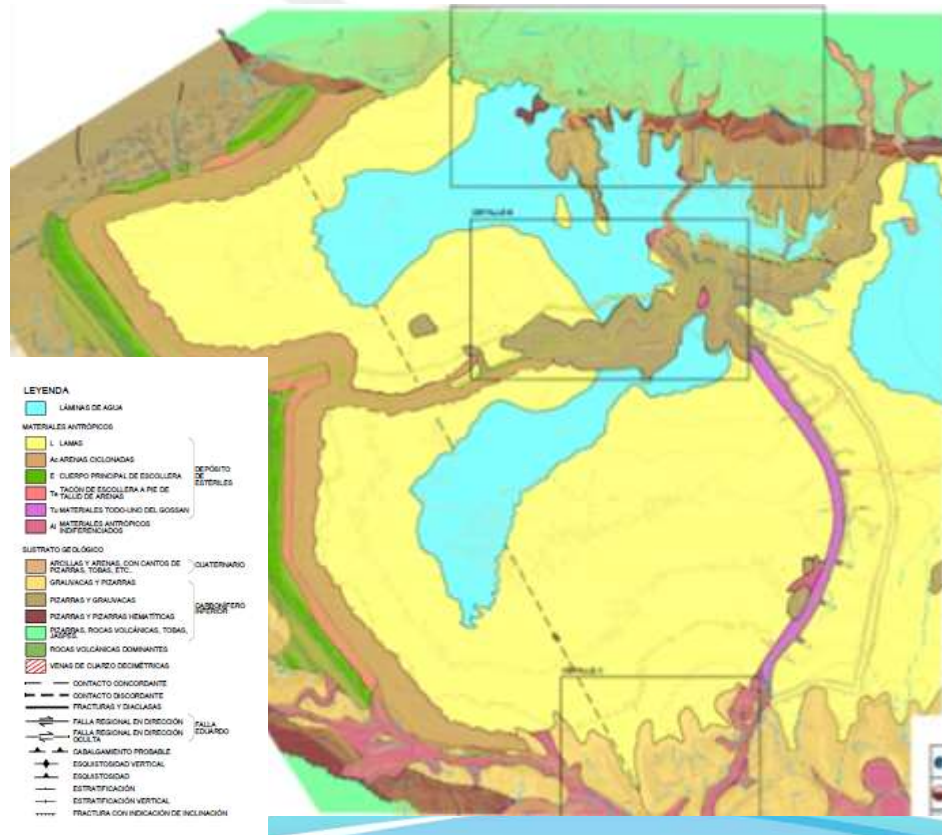
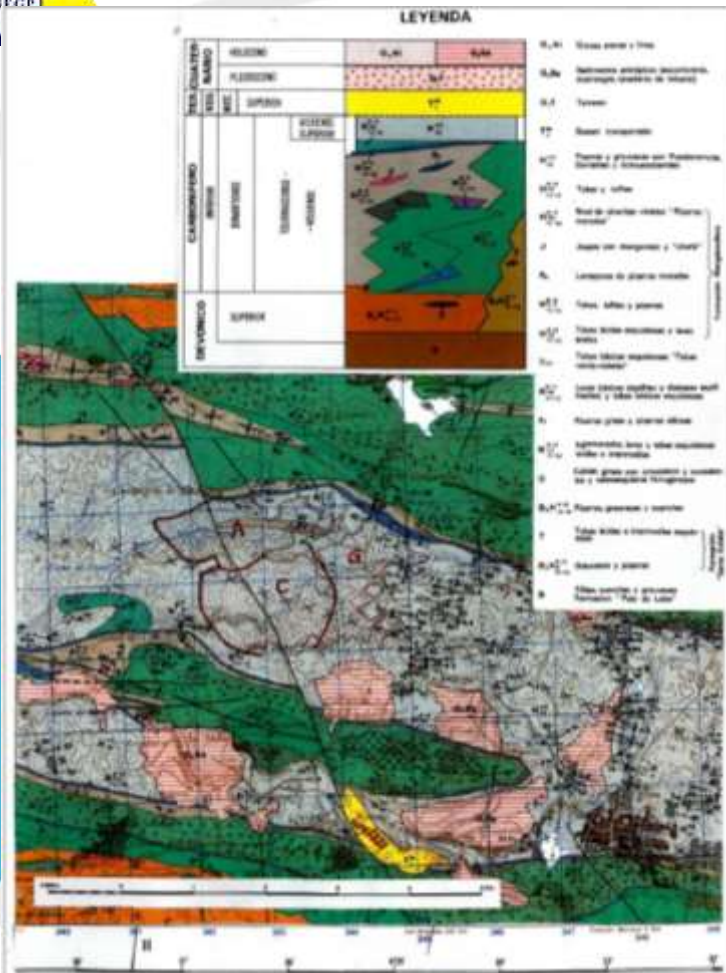
ANTECEDENTES HISTÓRICOS
CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS
ESTUDIOS DE ESTABILIDAD
AUSCULTACIÓN



SITUACIÓN GEOGRÁFICA



MARCO GEOLÓGICO



ANTECEDENTES Y PROYECTOS VIGENTES

PROYECTO DE PRESAS DEL REJONDILLO. PRESA DE COBRE Y PRESA DE GOSSAN.	1970	RIO TINTO PATIÑO SA	EPTISA
PROYECTO DE LA PRESA DE AGUAS LIMPIAS	1970	RIO TINTO PATIÑO SA	EPTISA
PROYECTO REFORMADO DE COBRE	1979	RIO TINTO MINERA SA	EPTISA
PROYECTO PREVIO DE LA PRESA DE LA AGUZADERA	1985	RIO TINTO MINERA SA	EPTISA
PROYECTO DE LA PRESA DE LA AGUZADERA	1987	RIO TINTO MINERA SA	EPTISA
PROYECTO REFORMADO DE LA PRESA DE AGUZADERA	1995	MINAS DE RIOTINTO SA	EPTISA
INFORMES DE ESTADO	2009/10	EMED TARTESSUS SLU	EPTISA
ANTEPROYECTO DEPOSICIÓN DE ESTÉRILES MINAS DE RIOTINTO	2013	EMED TARTESSUS SLU	EPTISA
PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS DE MINAS DE RIOTINTO	2014	EMED TARTESSUS SLU	EPTISA
PROYECTO DE MEJORAS OPERATIVAS DEL DEPÓSITO DE ESTÉRILES DEL PROYECTO RIOTINTO	2016	ATALAYA RIOTINTO MINERA SLU	GOLDER
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. RECRECIMIENTO DE LAS PRESAS DE ESTÉRILES DE RIOTINTO	2018	ATALAYA RIOTINTO MINERA SLU	EPTISA
ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA	2019	ATALAYA RIOTINTO MINERA SLU	EPTISA
ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA-FASE 1	2019	ATALAYA RIOTINTO MINERA SLU	EPTISA

INFORMES PRELIMINARES. 2009-2010.

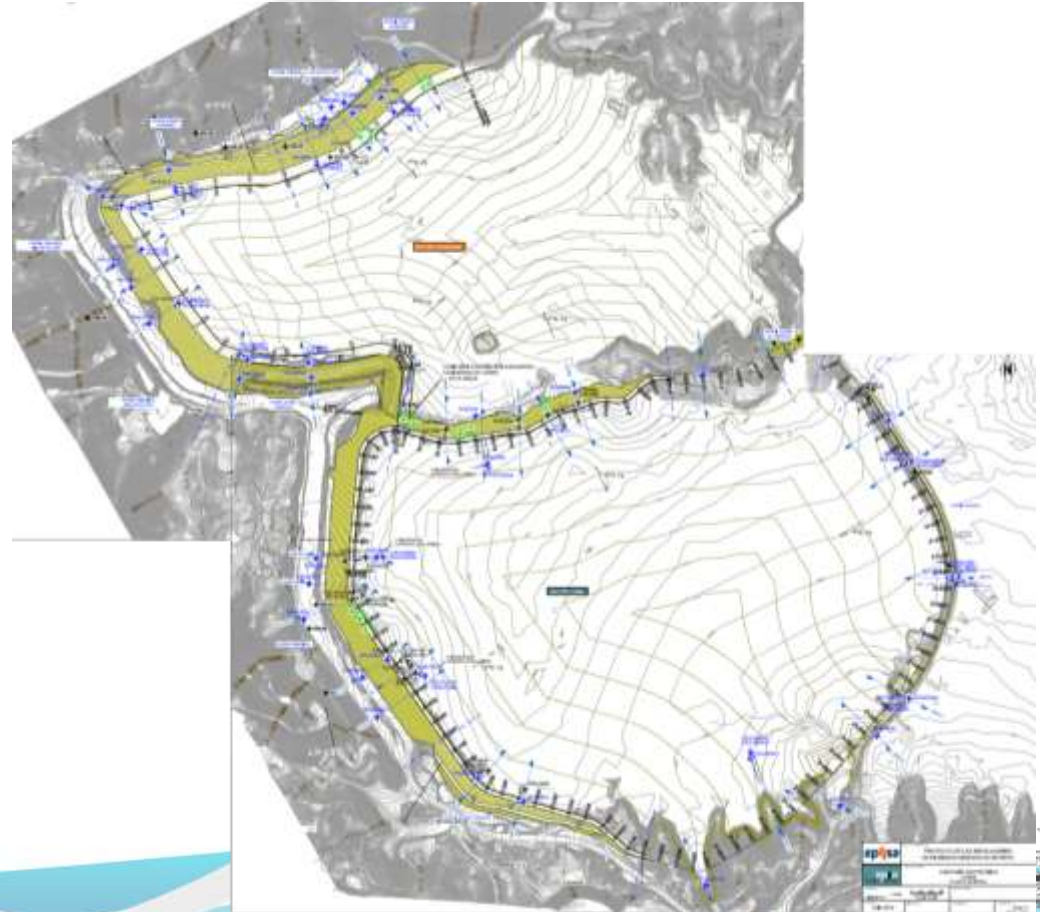
ANTEPROYECTO DEPOSICIÓN DE ESTÉRILES MINAS DE RIOTINTO. 2013.

PROYECTO DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS DE MINAS DE RIOTINTO. 2014.

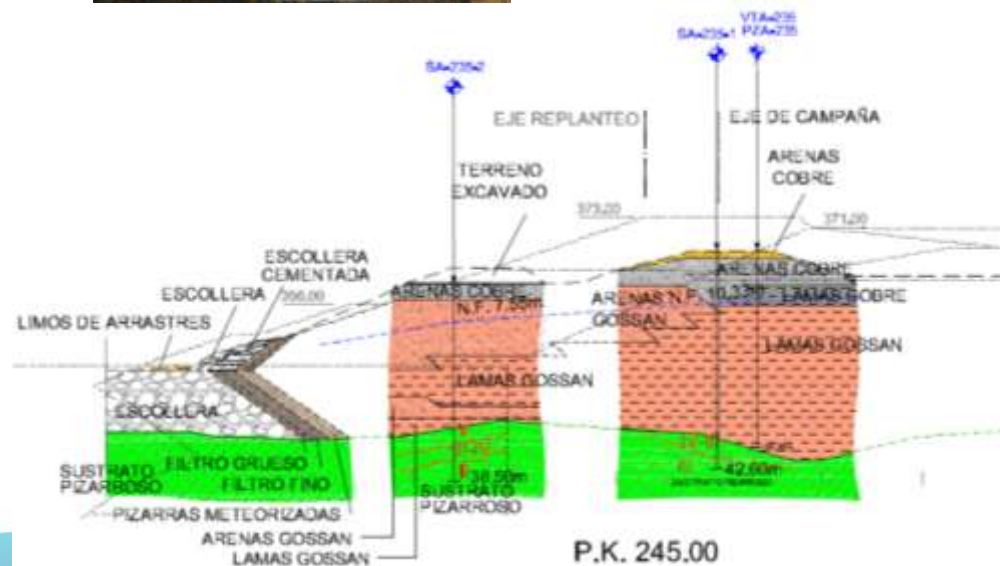
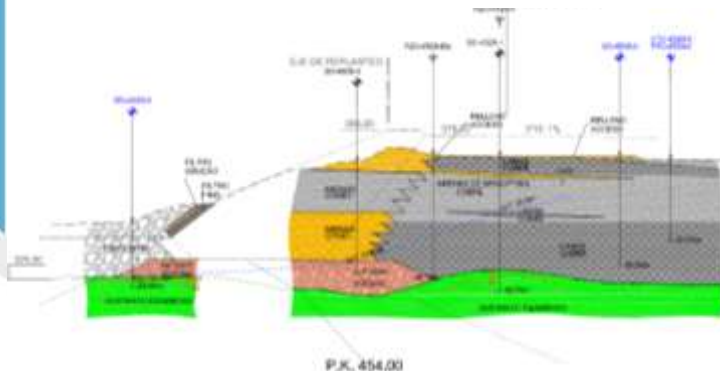
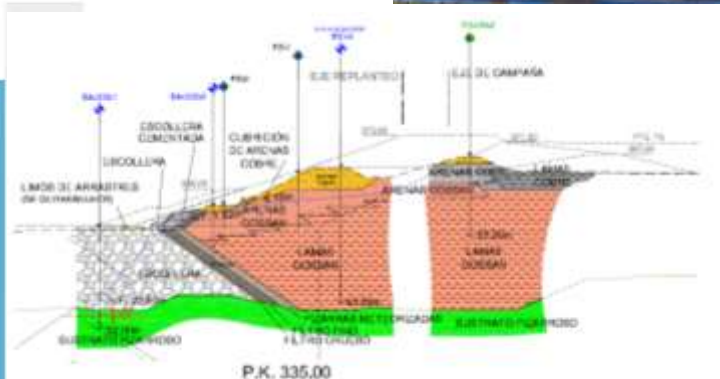
- Seguridad estructural de los proyectos vigentes respecto de la **normativa actual** (RD-975/2009, Decreto 281/2002, ITC 08.02.01, UNE 150008 EX, NSCE/02).
- Comprobación de las **geometrías internas** de los diques existentes. **Medidas correctoras.**
- **Análisis geológico-geotécnico completo**, con toda la información ordenada de los proyectos originales, completada con la información más reciente (desde 2010 hasta 2014).
- **Plan de auscultación.**
- **Análisis de estabilidad** mediante cálculos pseudo-estáticos de la solución propuesta. **Modelo tensodeformacional** del proceso constructivo. **MEF y MEL.**
- **Estudio dinámico completo** (incluyendo ensayos cíclicos de los materiales).

ANÁLISIS GEOTÉCNICO 2009/2014

FECHA	PROYECTO	CAMPAÑA
<u>1969-1970</u>	<u>REJONDIRLO</u>	<u>EN TERRENO NATURAL</u> 16 SONDEOS 370 m ENSAYOS LUGION ENSAYOS RCS
<u>1985</u>	<u>AGUZADERA</u>	<u>EN TERRENO NATURAL</u> 5 SONDEOS INCLINADOS 116 m ENSAYOS LUGION LABORATORIO
<u>2009-2010</u>	<u>INFORMES PREVIOS</u>	<u>SOBRE DIQUES</u> 7 SONDEOS 166 m SPT / MUESTRAS LEFRANC LABORATORIO INSTALACIÓN PZA 7 PENETROS DINÁMICOS 25-30 m 5 CPTU 25-30 m 3 CATAS (LAMAS) <u>DIQUES Y LAMAS</u> 12 SONDEOS 505 m 54 SPT / 120 MUESTRAS 14 CPTU 8-60 m 52 VANE TEST 4 EMPLAZAM LABORATORIO INSTALACIÓN PZA
<u>2013</u>	<u>ANTEPROYECTO</u>	<u>DIQUES Y LAMAS</u> 41 SONDEOS 1300 m 190 SPT / 260 MUESTRAS INSTALACIÓN PZA Y PZC 8 PENETROS DINÁMICOS 18-40 m 12 CPTU 18-40 m 3 CATAS (TN) 117 VANE TEST 12 EMPLAZAM LABORATORIO
<u>2013-2014</u>	<u>PROYECTO</u>	



ANÁLISIS GEOTÉCNICO 2009/2014



CAPACIDAD VS. NECESIDAD DE ALMACENAMIENTO. 2018. ELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTO.

CONDICIONANTES

- LEGALIDAD VIGENTE
- TOPOGRAFÍA
- GEOLOGÍA
- HIDROGEOLOGÍA
- CAPACIDAD (ALTURA Y SUPERFICIE)



NATURALEZA DEL PROYECTO

- RECRECIMIENTO DE SECCIONES EXISTENTES
- ESPALDONES DE ESCOLLERA/PEDRAPLÉN

ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.



Director Facultativo	Félix Gonzalo Cachero	Riotinto
Autor del Proyecto	David Almazán Cruzado	Eptisa
Dirección Técnica	Mariana Manelli Módica	Eptisa
Coordinación Geología y Geotecnia	Gonzalo Batuecas Rodríguez	Eptisa

Horizonte estimado	12 años
Ampliación de vaso	117 Mm3 176 Mt
Altura dique	146 m
Longitud eje	8,33 km

ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.

CAMPAÑA GEOTÉCNICA



DIQUES/LAMAS/TN

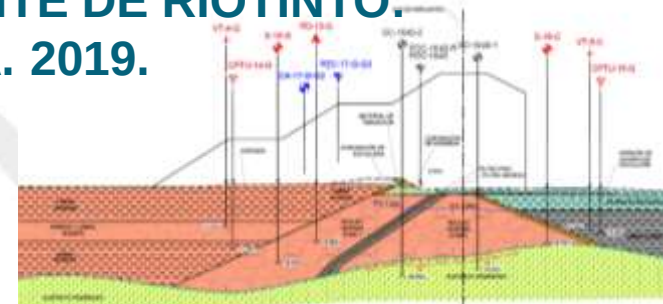
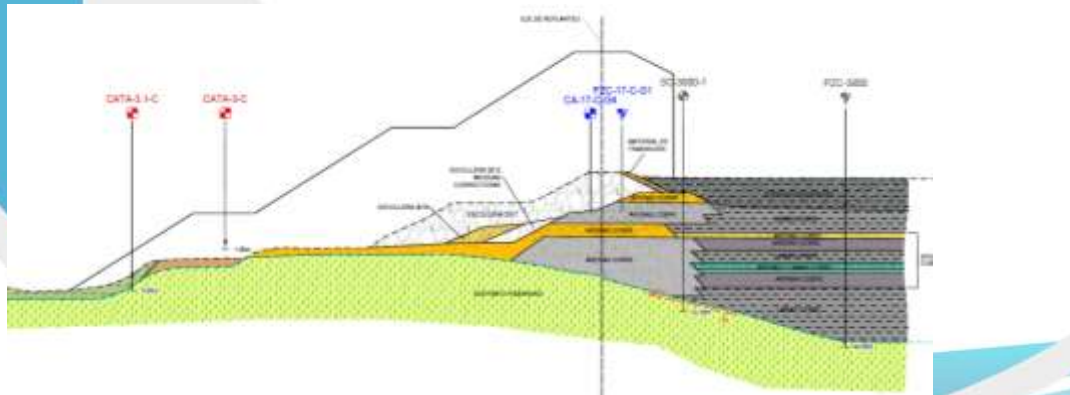
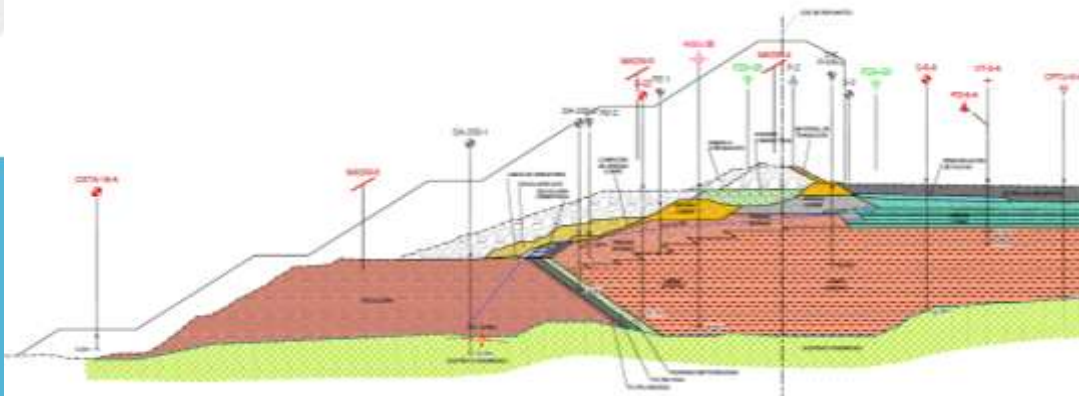
22 SONDEOS	495 m
104 SPT / 120 MUESTRAS LEFRANC	
18 CPTU – 40 DISIPACIONES	14-38 m
130 VANE TEST	7 EMPLAZAM
28 CATAS	
23 PENETROS DINÁMICOS	3-22 M
MASW 7 PERFILES	
33 ESTACIONES GEOMEC. LABORATORIO	PERÍMETRO
2 MACRODENSIDAD IN SITU EN DIQUE	
CORTES EN CAJAS DE 1 M3	

ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.

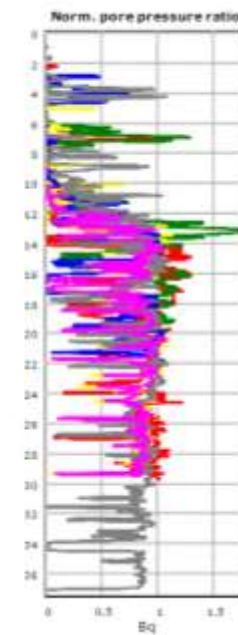
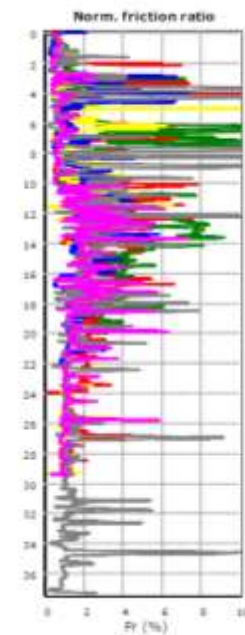
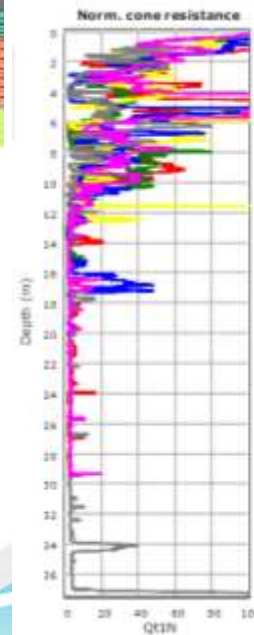
- UG-01. Estériles recientes arenosos de spigotting. EARS.
- UG-02. Estériles de cobre arenosos. EAC.
- UG-03. Estériles de gossan arenosos. EAG.
- UG-04. Estériles de cobre limo-arcillosos. ELC.
- UG-05. Estériles de gossan limo-arcillosos. ELG.
- UG-06. Dique antiguo de gossan. Núcleo de Gossan. DNG.
- UG-07. Arenas ciclonadas de cobre. DAC.
- UG-08. Arenas ciclonadas de gossan. DAG.
- UG-09. Dique de escollera/pedraplén compactado. DEP.
 - UG-09a. Dique de escollera/pedraplén compactado. Secciones existentes.
 - UG-09b. Dique de escollera/pedraplén compactado. Secciones proyectadas.
- UG-10. Sustrato pizarroso. SPZ.



ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019. ANÁLISIS GEOTÉCNICO



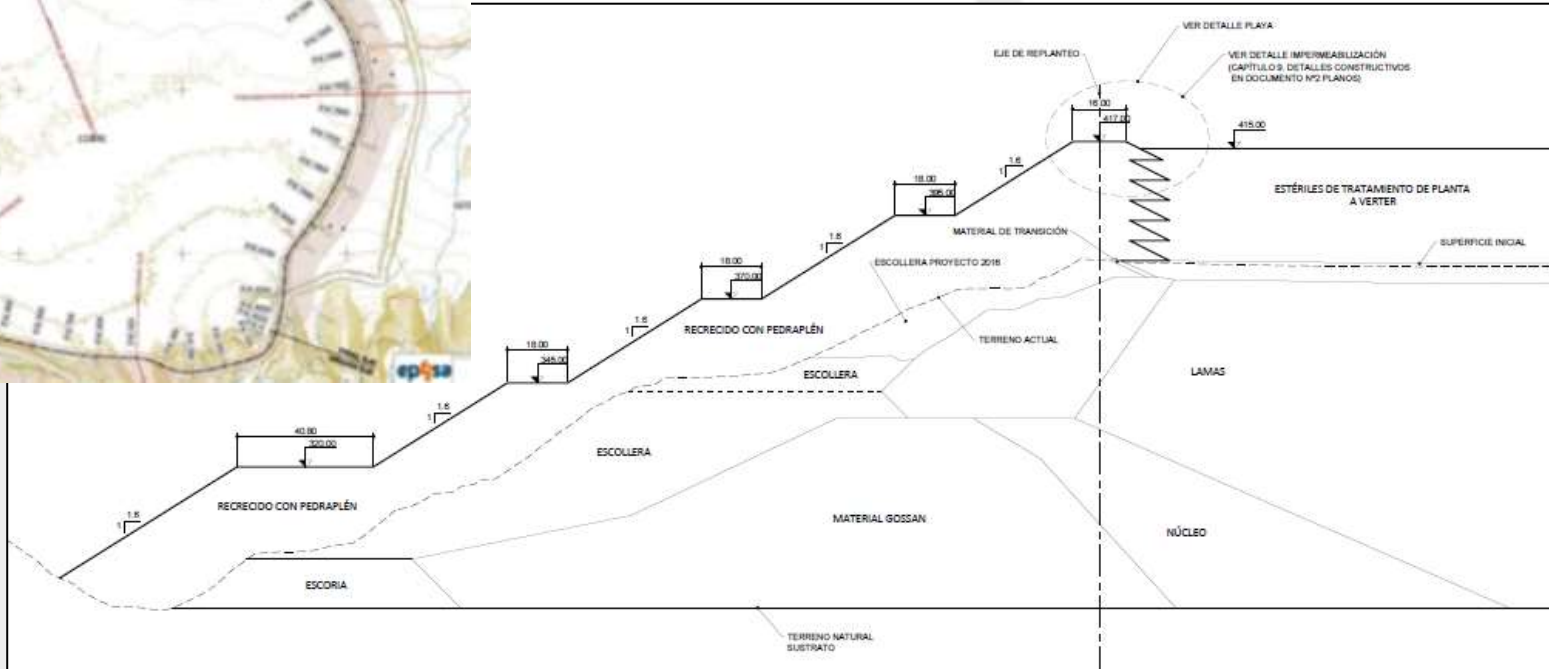
Normalized basic plots



ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.

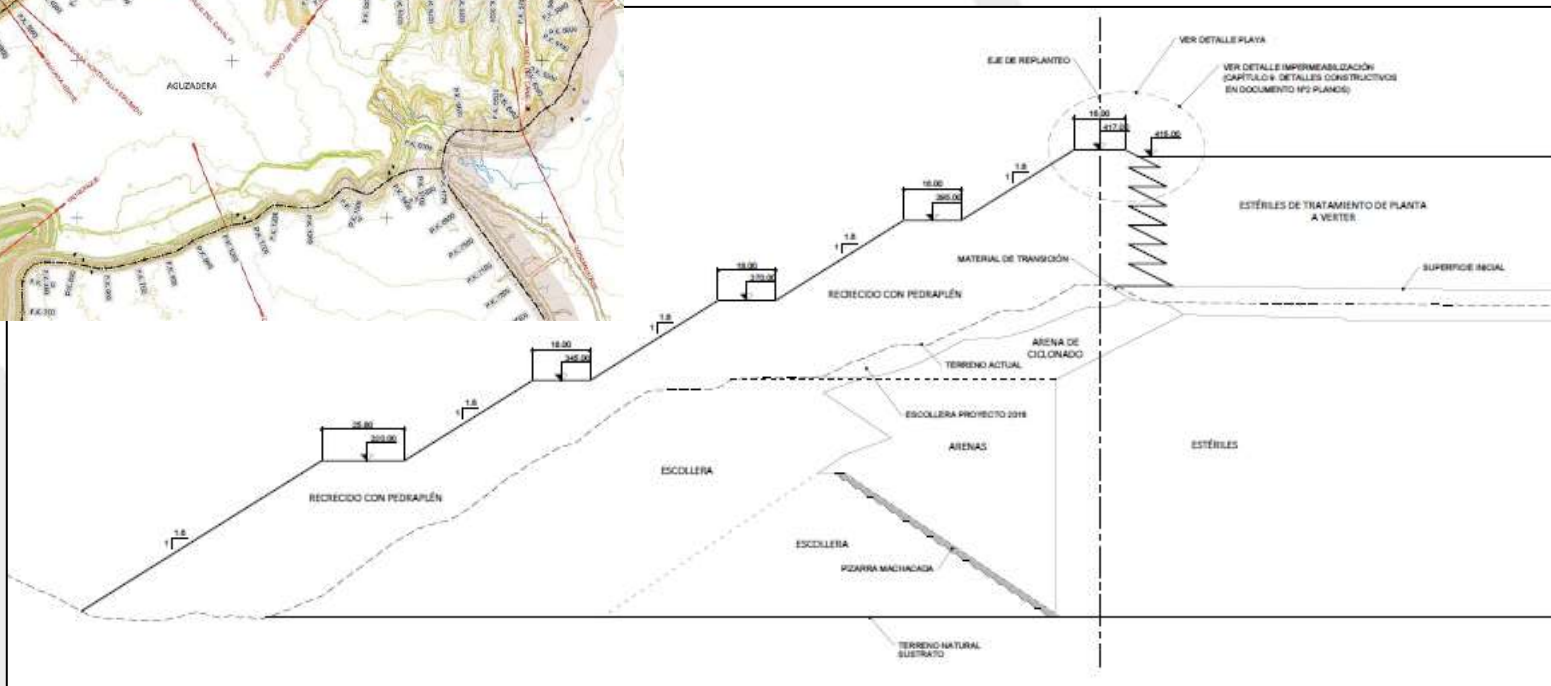
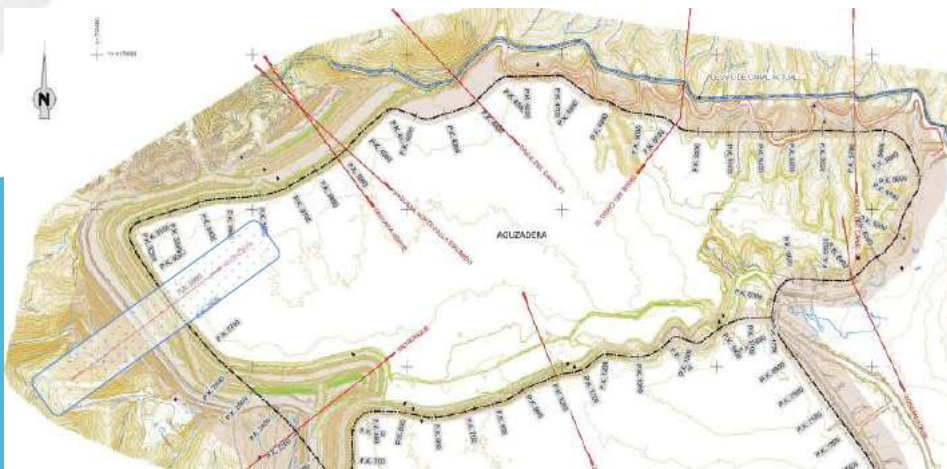


SECCIÓN PRINCIPAL DE COBRE



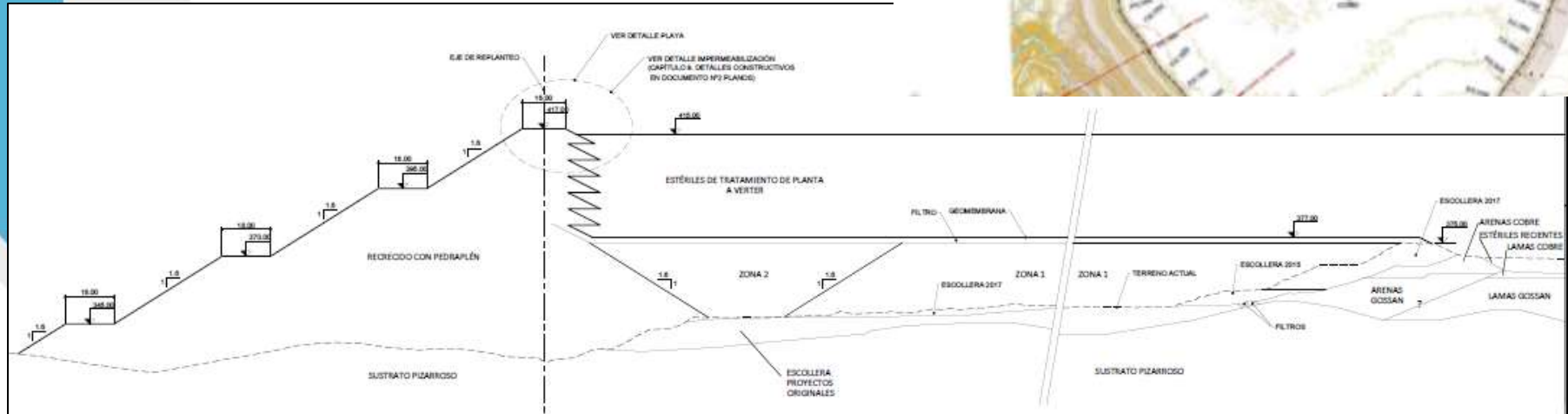
ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.

SECCIÓN PRINCIPAL DE AGUZADERA



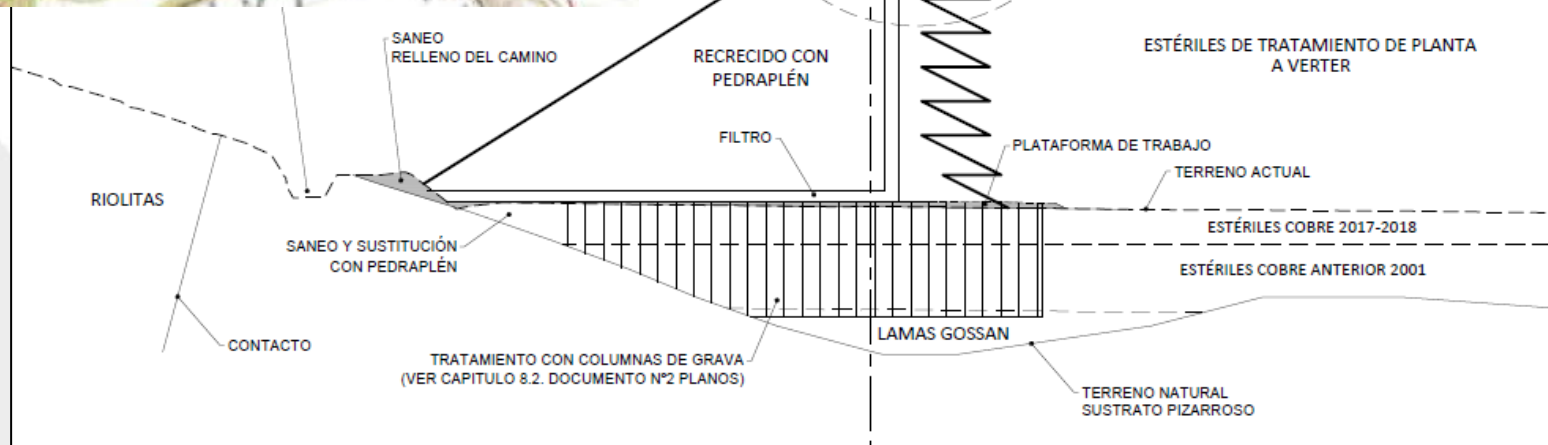
ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.

SECCIÓN ENTRONQUE COBRE-AGUZADERA



ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.

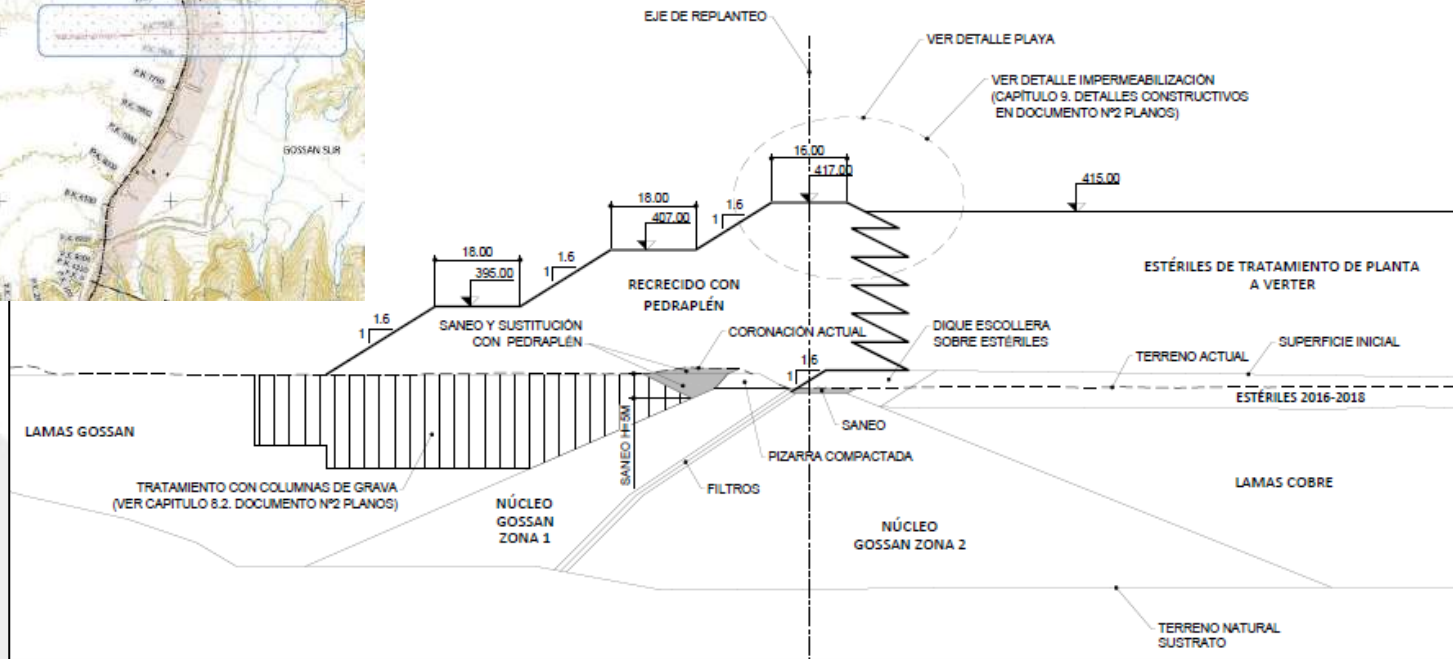
SECCIÓN AGUZADERA CANAL NORTE



ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO MINERO VIGENTE DE RIOTINTO: DEPÓSITO DE ESTÉRILES DE PLANTA. 2019.



SECCIÓN PRINCIPAL DE GOSSAN



SEGURIDAD ESTRUCTURAL 2019.

SECCIONES DE CÁLCULO	DIQUE	PK
Cobre Sur	Cobre	0+490
Cobre sobre terreno	Cobre	1+240
Cobre Ppal	Cobre	1+610
Entronque	Aguzadera	2+300
Aguzadera Ppal	Aguzadera	2+880
Vaguada Norte VN sobre Falla Eduardo	Aguzadera	3+880 3+920
4+400	Canal	4+410
5+100	Canal	5+120
5+690	Canal	5+710
Gossan Norte	Gossan	6+410
Gossan Principal	Gossan	7+540
Entronque de vertido	Vertido	-

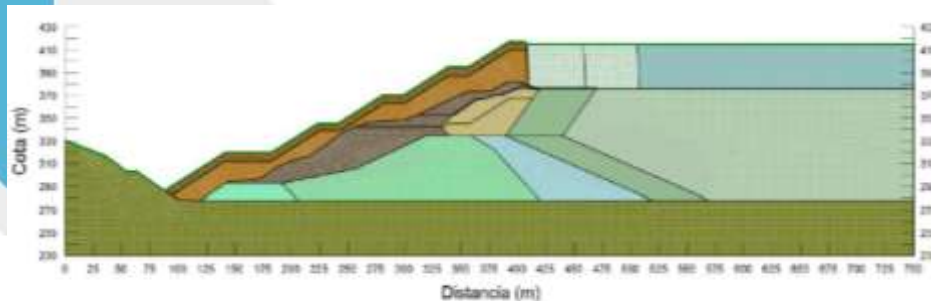
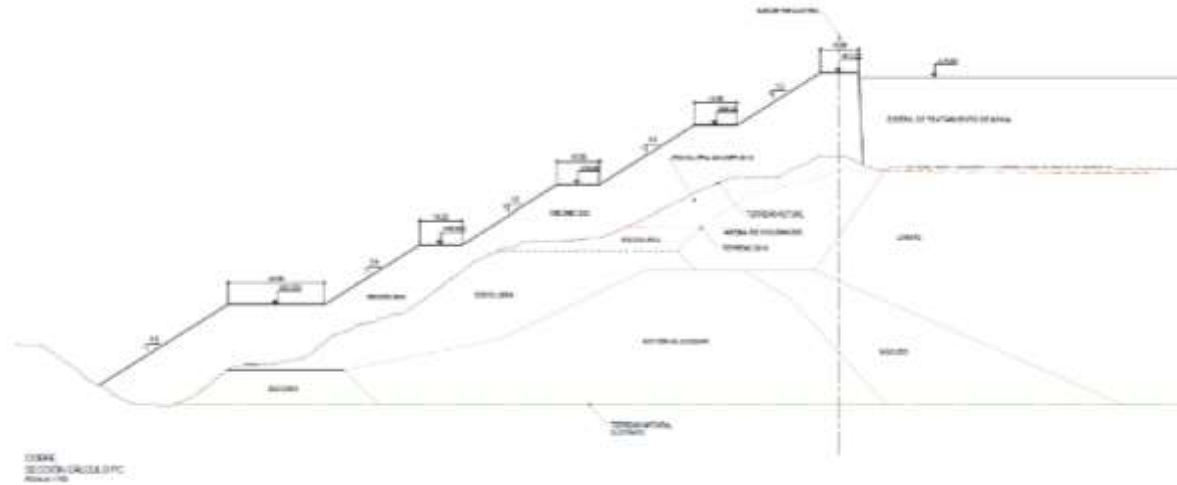


Figura 88. Vista global de la distribución de materiales. Modelo dual Seep/W-Slope/W

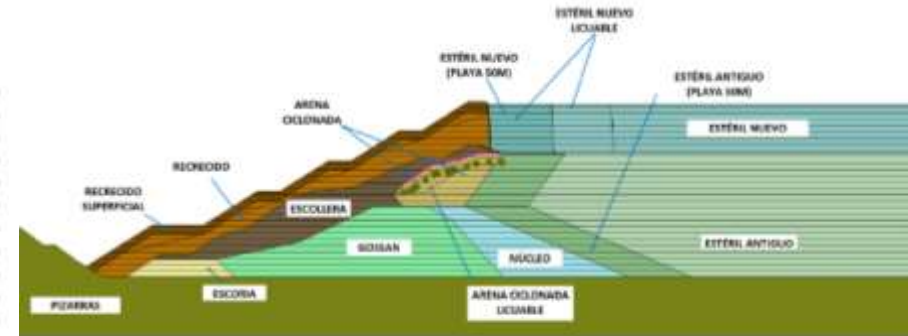
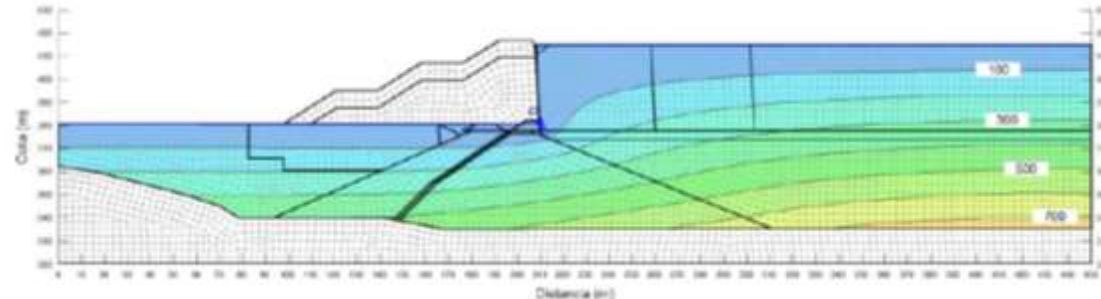
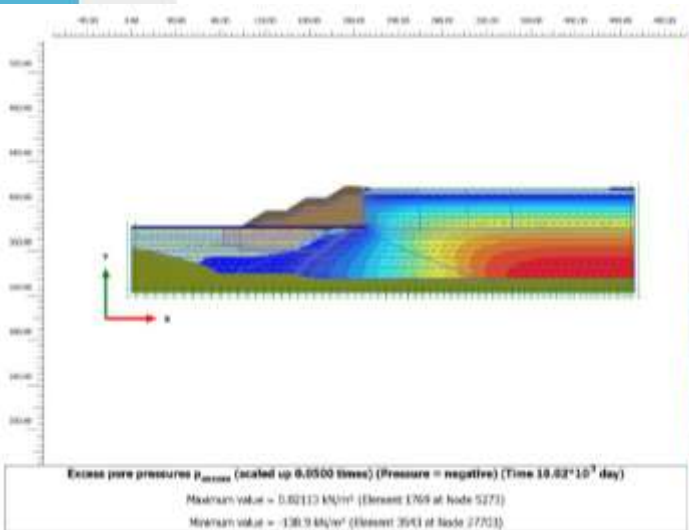
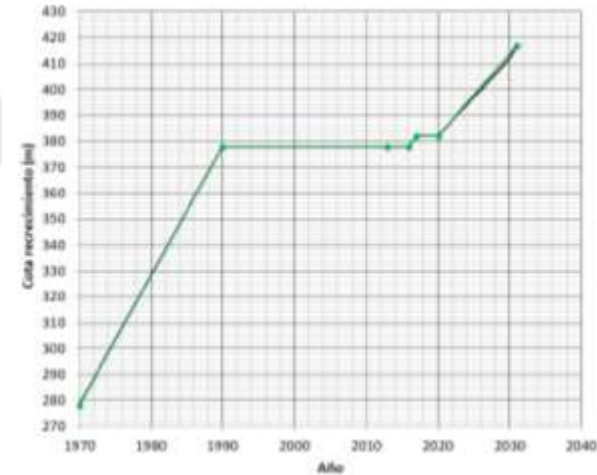


Figura 86. Vista global de la distribución de materiales. Modelo Plaxis2D

SEGURIDAD ESTRUCTURAL. 2019.

Modelo tensodeformacional del proceso de consolidación y disipación de presiones intersticiales debidas al recrecimiento.

Estudio hidromecánico del proceso constructivo. Distribución de presiones y sobrepresiones.



SEGURIDAD ESTRUCTURAL 2019.

DOBLE MODELO NUMÉRICO

MEF, con Plaxis2D v.2018

- Reproducción adecuada del proceso constructivo
- Perfil de saturación y sobrepresiones
- Cálculo acoplado en tensiones efectivas y presiones intersticiales
- FS = factor de minoración de parámetros resistentes

MEL, con Slope/W v.2012

- Red de filtración (permanente)
- No permite estimar exceso de presiones intersticiales
- Se indican qué superficies estudiar
- FS = relación entre fuerzas resistentes y movilizadoras

Modelos de deformación plana (2D)

Cálculos sísmicos: método pseudoestático

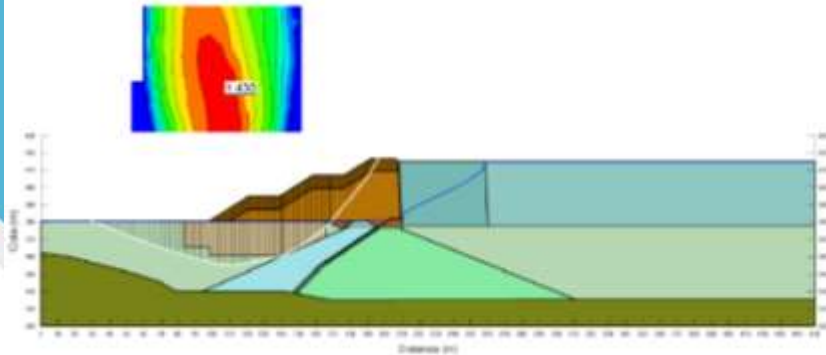
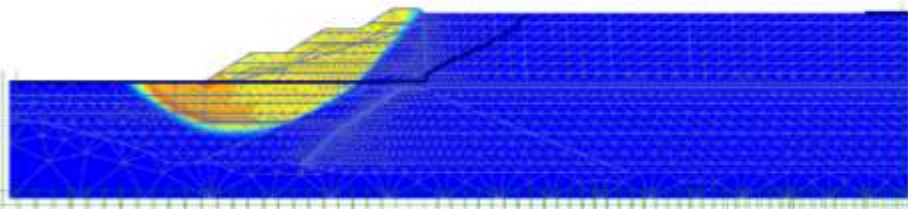
Licuefacción. Materiales afectados.

Reducción de parámetros

SEGURIDAD ESTRUCTURAL 2019.

HIPÓTESIS DE CÁLCULO

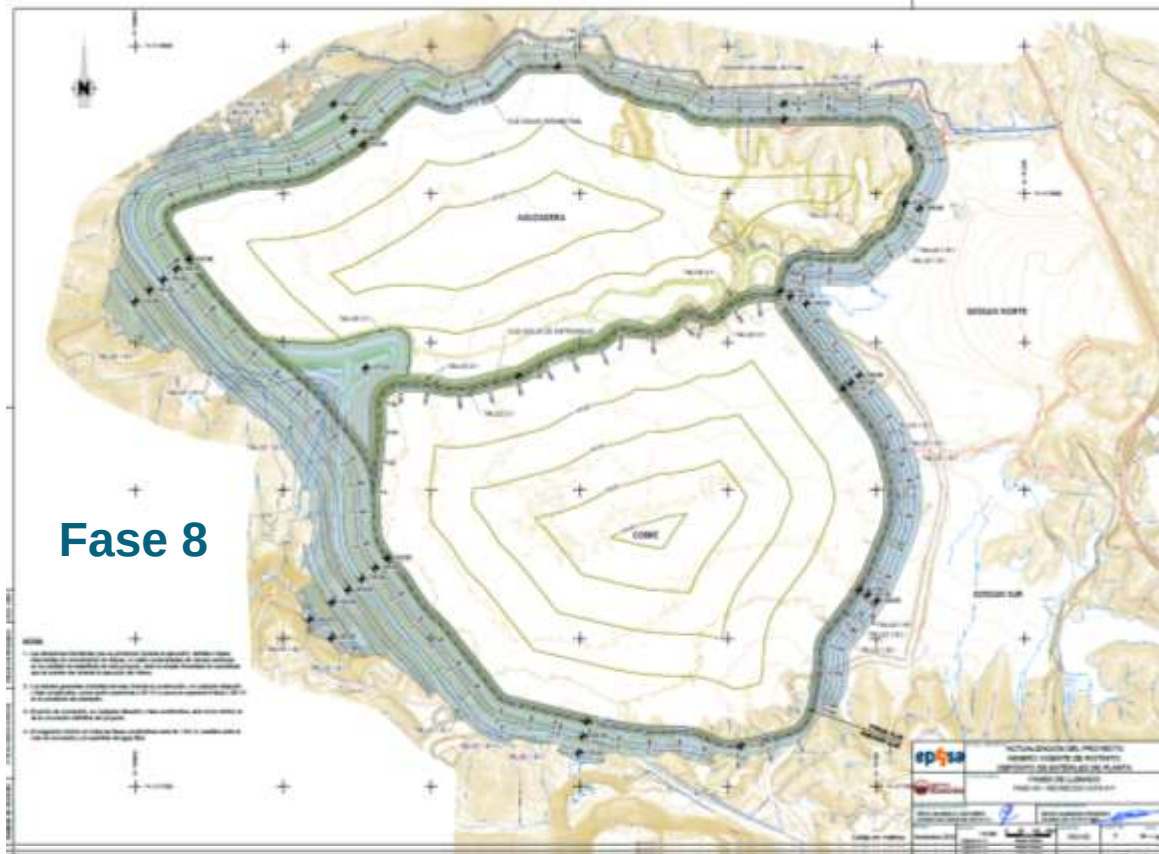
- H-01: Recrecido con 50m de playa. Normal.
- H-02: Recrecido sin playa. Accidental.
- H-03: Acción sísmica $k_h = 0,036g$. Accidental.
- H-04: Acción sísmica $k_h = 0,058g$. Extrema.
- H-05: Licuación + acción sísmica $k_h = 0,036g$. Extrema.
- H-06: Acción sísmica $k_h = 0,072g$. Extrema.



Sección	Hip 01	Hip 02	Hip 03	Hip 04	Hip 05	Hip 06
Cobre Sur	1,96/1,94	1,95/1,94	1,72/1,74	1,59/1,63	1,50/1,55	1,51/1,57
Cobre sobre terreno	1,81/1,72	1,81/1,72	1,60/1,53	1,50/1,43	1,27/1,37	1,43/1,37
Cobre Principal	1,99/2,02	1,98/2,03	1,76/1,84	1,64/1,75	1,48/1,57	1,58/1,69
Aguzadera Principal	2,01/2,12	1,87/2,12	1,82/1,93	1,67/1,83	1,42/1,37	1,61/1,77
Vaguada Norte	1,88/2,05	1,85/2,03	1,64/1,80	1,53/1,68	1,38/1,41	1,45/1,60
4+400	1,82/1,95	1,83/1,90	1,72/1,74	1,59/1,63	1,37/1,33	1,48/1,57
Dique canal 5+100	2,41/2,29	2,41/2,29	2,17/2,10	2,05/2,00	2,18/2,31	1,98/1,93
Dique canal 5+690	2,45/2,26	2,45/2,26	2,23/2,16	2,11/2,12	2,22/2,24	2,02/2,04
Gossan Norte	1,56/1,68	1,56/1,68	1,38/1,40	1,27/1,30	1,38/1,50	1,21/1,33
Gossan Principal	1,57/1,64	1,56/1,64	1,38/1,44	1,26/1,33	1,38/1,44	1,19/1,26
Dique de vertido	1,86/2,15	1,85/1,90	1,79/1,85	1,68/1,67	1,42/1,33	1,61/1,58

PROCESO CONSTRUCTIVO 2019.

AÑO	Mt/año	Mt acumuladas	FASE: COTA dique
1	15	15	1: Cobre hasta 388
2	15	30	2: Aguzadera hasta 382
3	15	45	3: Aguzadera hasta 388
4	15	60	4: Vaso único hasta 394
5	15	75	-
6	15	90	5: Vaso único hasta 400
7	15	105	-
8	15	120	6: Vaso único hasta 406
9	15	135	-
10	15	150	7: Vaso único hasta 412
11	15	165	-
12	11	176	8: Vaso único hasta 417



PLAN DE AUSCULTACIÓN 2019.

CONTROL DE LAS PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.

TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

CONTROL DE COMPORTAMIENTO DE LAS PRESAS.

INSPECCIÓN VISUAL

TOPOGRAFÍA

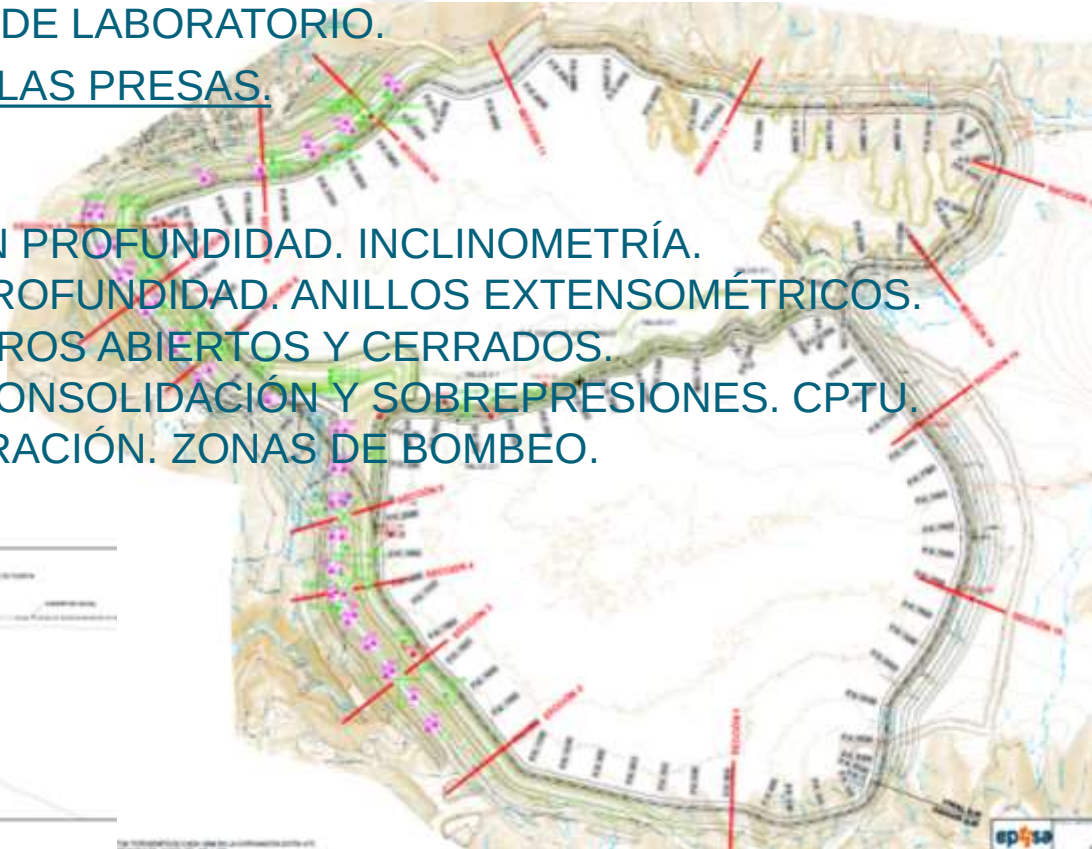
MOVIMIENTOS HORIZONTALES EN PROFUNDIDAD. INCLINOMETRÍA.

MOVIMIENTOS VERTICALES EN PROFUNDIDAD. ANILLOS EXTENSOMÉTRICOS.

NIVEL PIEZOMÉTRICO. PIEZÓMETROS ABIERTOS Y CERRADOS.

CONTROL DE PARÁMETROS DE CONSOLIDACIÓN Y SOBREPRESIONES. CPTU.

CONTROL DE CAUDALES DE FILTRACIÓN. ZONAS DE BOMBEO.



MUCHAS GRACIAS

