



PORTUGUES DAM Puerto Rico, USA

DRAGADOS USA

Rafael Ibáñez de Aldecoa

DRAGADOS USA y SPANCOLD

David Hernández García

DRAGADOS USA



12-Feb-2014

**INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

PRESA DEL PORTUGUÉS

➤ Promotor:



(75%)



(25%)

➤ Proyecto de Constr.:



**US army Corps
Of Engineers**

Jacksonville District

➤ Dirección de Obra:



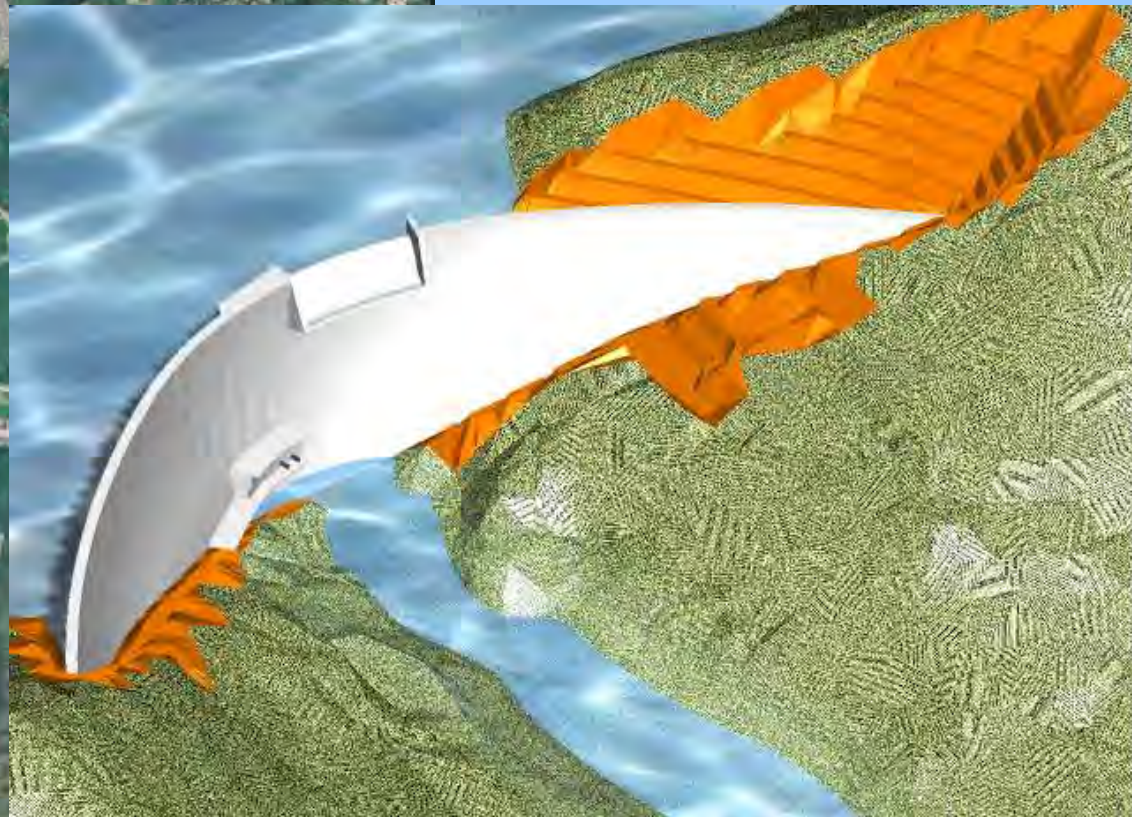
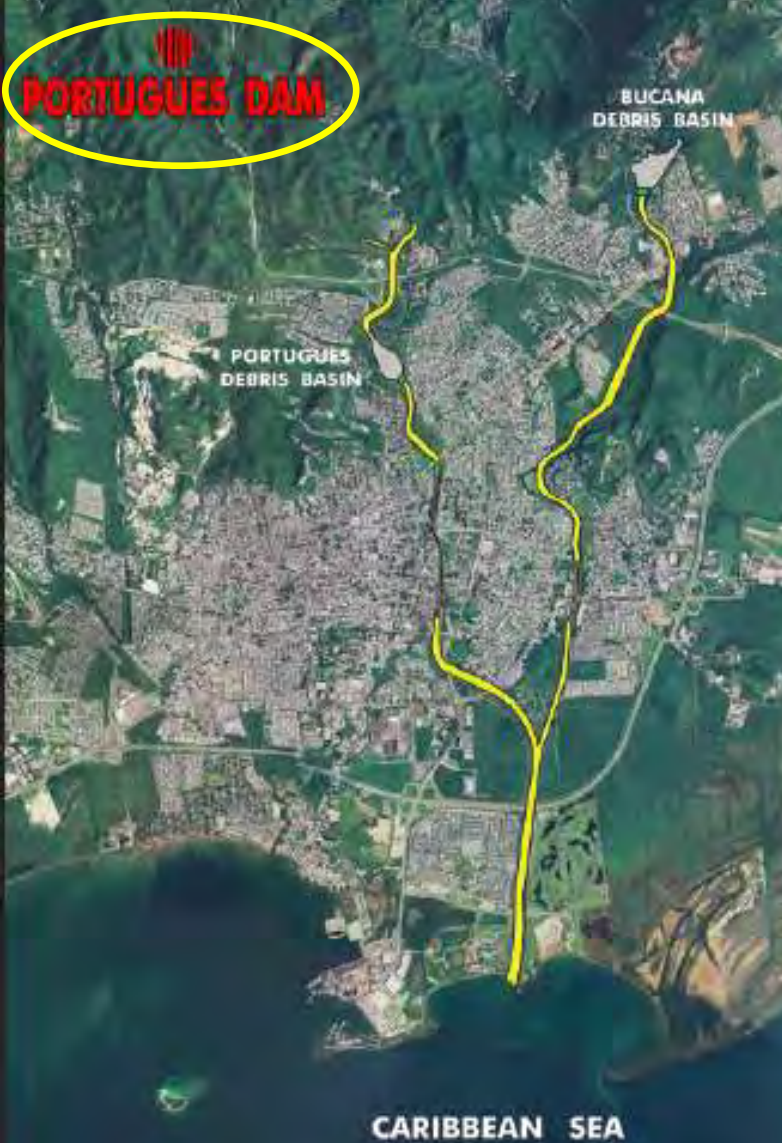
**US army Corps
Of Engineers**

Jacksonville District

➤ Constructor:

DRAGADOS USA

ANTECEDENTES

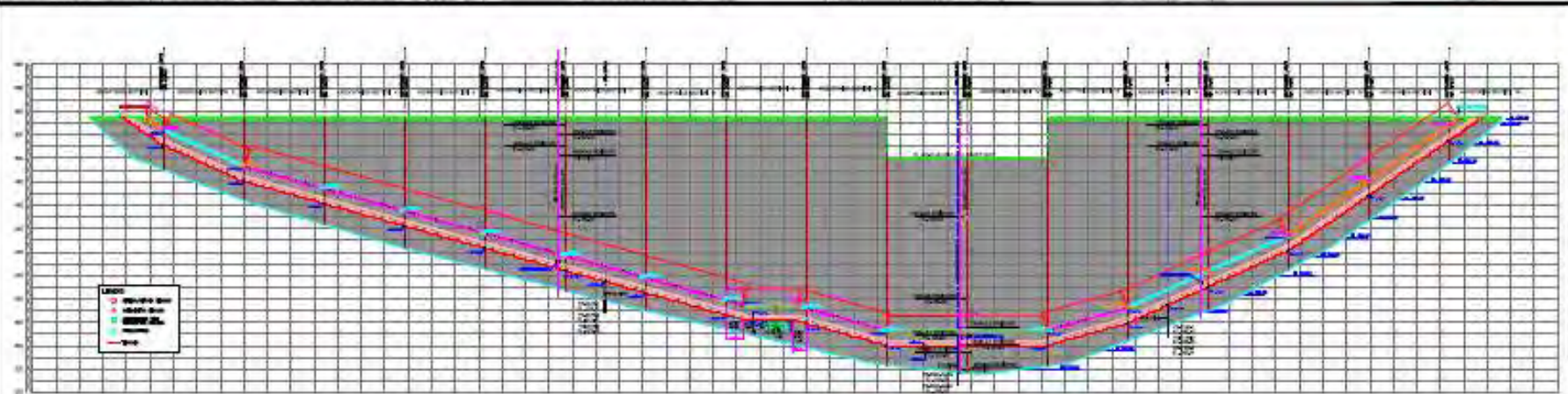
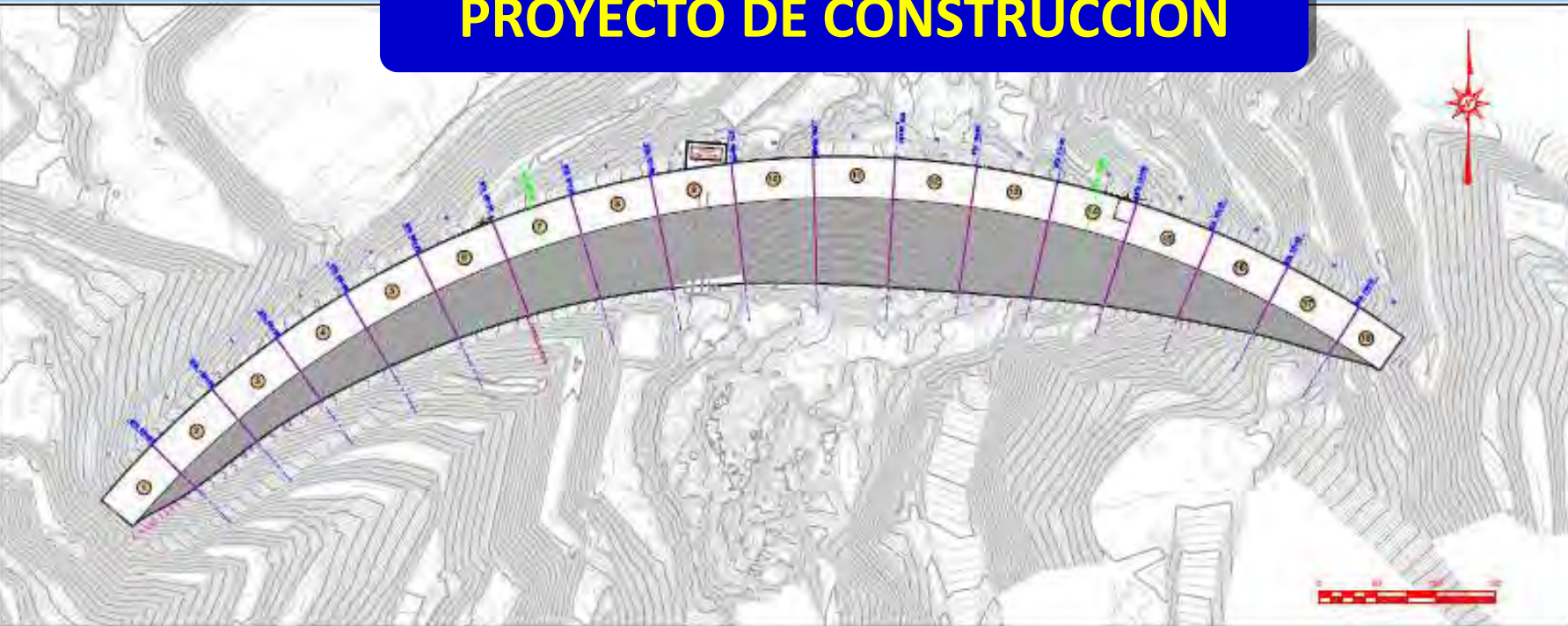


DATE OF PHOTO:
10-2004



DRAGADOS USA

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN



DAM GALLERY PROFILE

DRAGADOS USA
PR. No. 13, Km. 5.5
INVEST. P.R. 00714-0219
PHONE: 787-264-2027
FAX: 787-704-8835

US Army Corps of Engineers
of Engineers & Architects
J. J. J. J.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

PORTUGUES AND BUCANA RIVERS PROJECT
POICE - PUERTO RICO
DAM SENSORS LOCATION

Project Name: W112P-06-0-0011
Collection Interval: 10 min
Date: 10/10/10

Drawn by: J. J. J. J.
Checked by: J. J. J. J.
Approved by: J. J. J. J.
Date: 10/10/10

Drawn by: J. J. J. J.
Checked by: J. J. J. J.
Approved by: J. J. J. J.
Date: 10/10/10

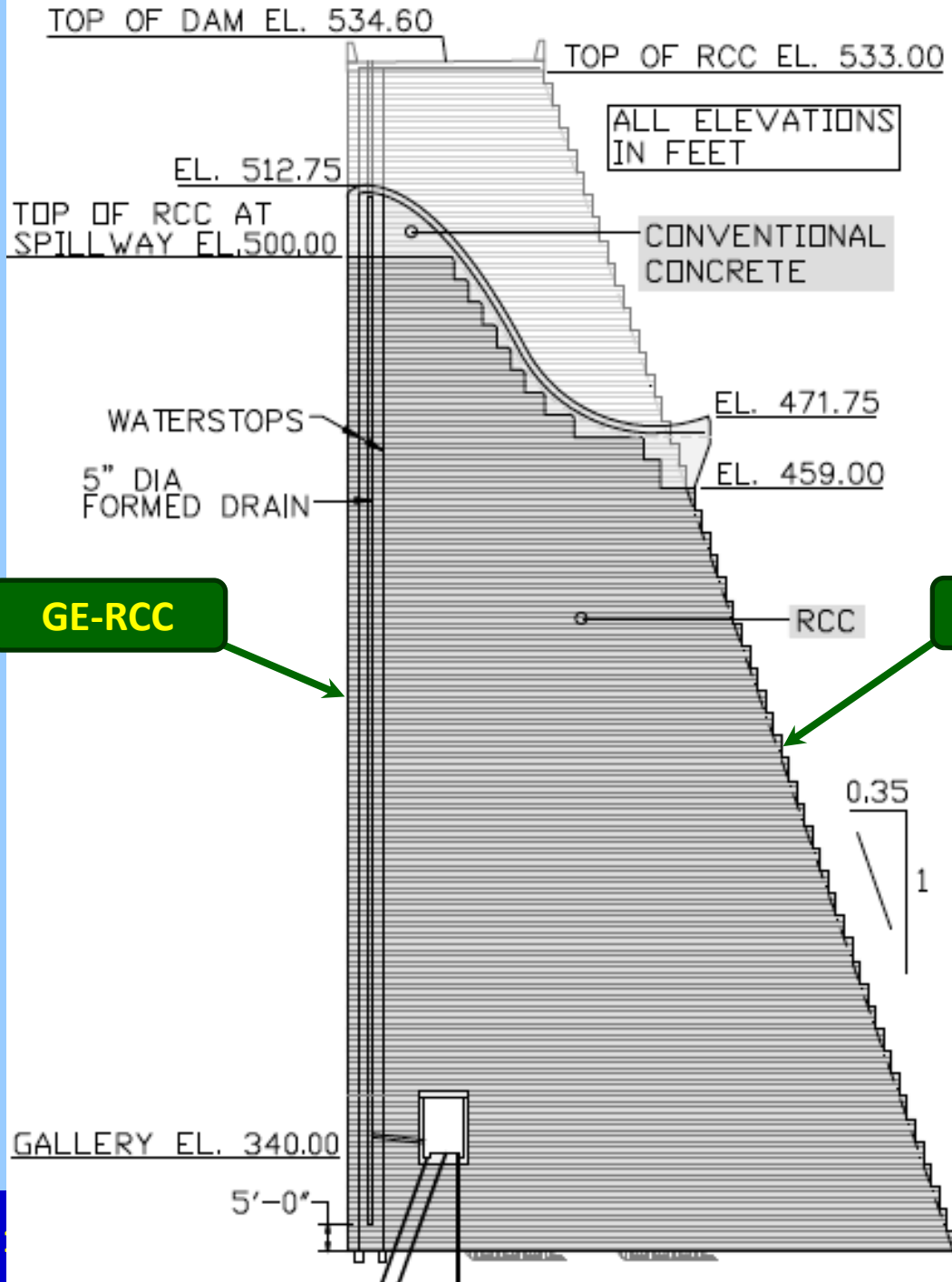
1 of 10

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS



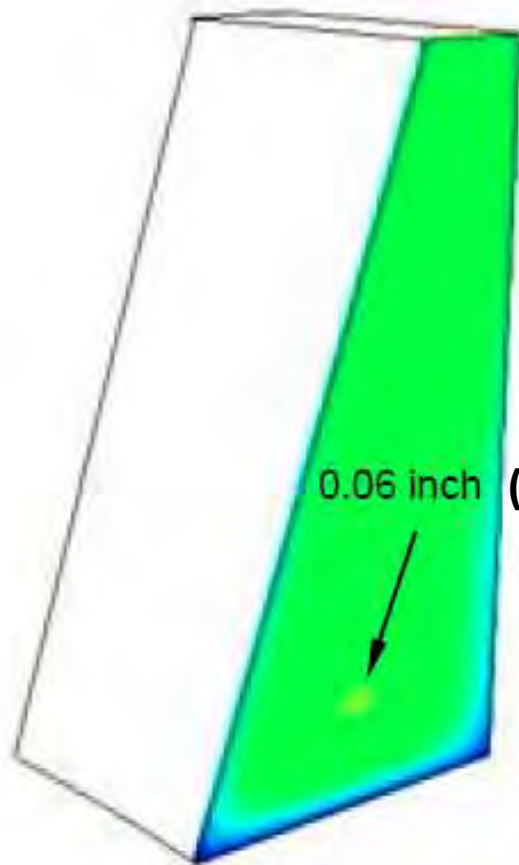
DRAGADOS USA



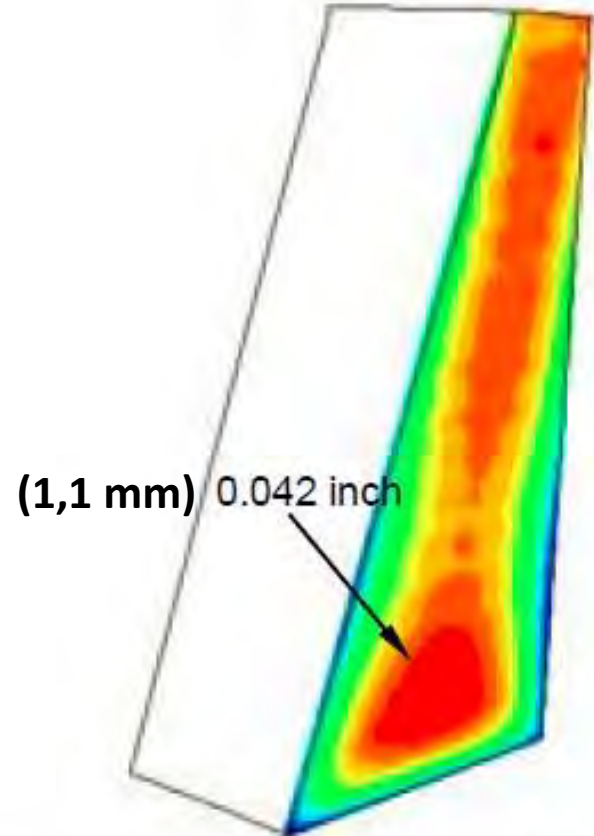
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

"ALL-RCC" DAM

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN



**(a) Contraction Joint Spacing = 100 feet
Initial Placement Temperature = 70 degrees**



**(b) Contraction Joint Spacing = 70 feet
Initial Placement Temperature = 65 degrees**

Figure 8: Displacement across Contraction Joints (10 Years After Construction)

PRESA DEL PORTUGUÉS (Puerto Rico)

Altura =	67 m
Long. coronación =	375 m
Volumen de HCR =	280.000 m ³
Volumen total hgones. =	310.000 m ³

VISTA GENERAL DE LAS OBRAS

Planta de áridos

Cantera

Taller de carpintería y
patio de prefabricados

Planta de HCR,
talleres y
laboratorios

CERRADA

Oficina de USACE

Oficina de DUSA y
áreas de acopio
de materiales

EXCAVACIONES



DESVÍO DEL RÍO



08.11.2010

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

10

EXCAVACIONES



PREPARACION DE LA CIMENTACIÓN



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

12

OVERTOPPINGS



10.05.2010

OVERTOPPINGS



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

14

OVERTOPPINGS



10.07.2010

EXCAVACIONES



10.19.2010 15:14

**Plantas de hormigón
(2 x 125 m³/h)**

INSTALACIONES

**Silos de arenas
(2 x 600 m³)**

**Planta de
escamas de
hielo (200 t/día)**

**Cintas de enfriamiento de
áridos gruesos (2 x 120 m)**

**Silos de
conglomerantes
(3 x 1000 m³)**

**Plantas de
enfriamiento
de agua**

**Silos de áridos
gruesos (3 x 1100 m³)**

TEMPERATURA DE COLOCACIÓN DEL HCR: < 15,5 °C (60 °F)

DOSIFICACION DEL HCR (por m³)

- Arena 0-5 lavada (< 5% finos): 550 kg (60%)
- Arena 0-5 sin lavar (10-16% finos): 363 kg (40%)
- Grava 5-10: 198 kg
- Grava 10-19: 400 kg
- Grava 19-50: 797 kg
- Cenizas volantes clase “F”: 51 kg (31%)
- Cemento tipo I ASTM (b.c.h.): 114 kg (69%)
- Agua libre (VeBe = 15-20 s): 120 kg
- Retardador: 0,65% s/cong.
- $W/(C+F)$: 0,73
- $R_c = 31 \text{ MPa @ 365 días}$; $R_{tdm} = 2.1 \text{ MPa @ 365 días}$

LOSA DE ENSAYO





LOSA DE ENSAYO





LOSA DE ENSAYO



ENCOFRADO A/ARRIBA



12-Feb-2014

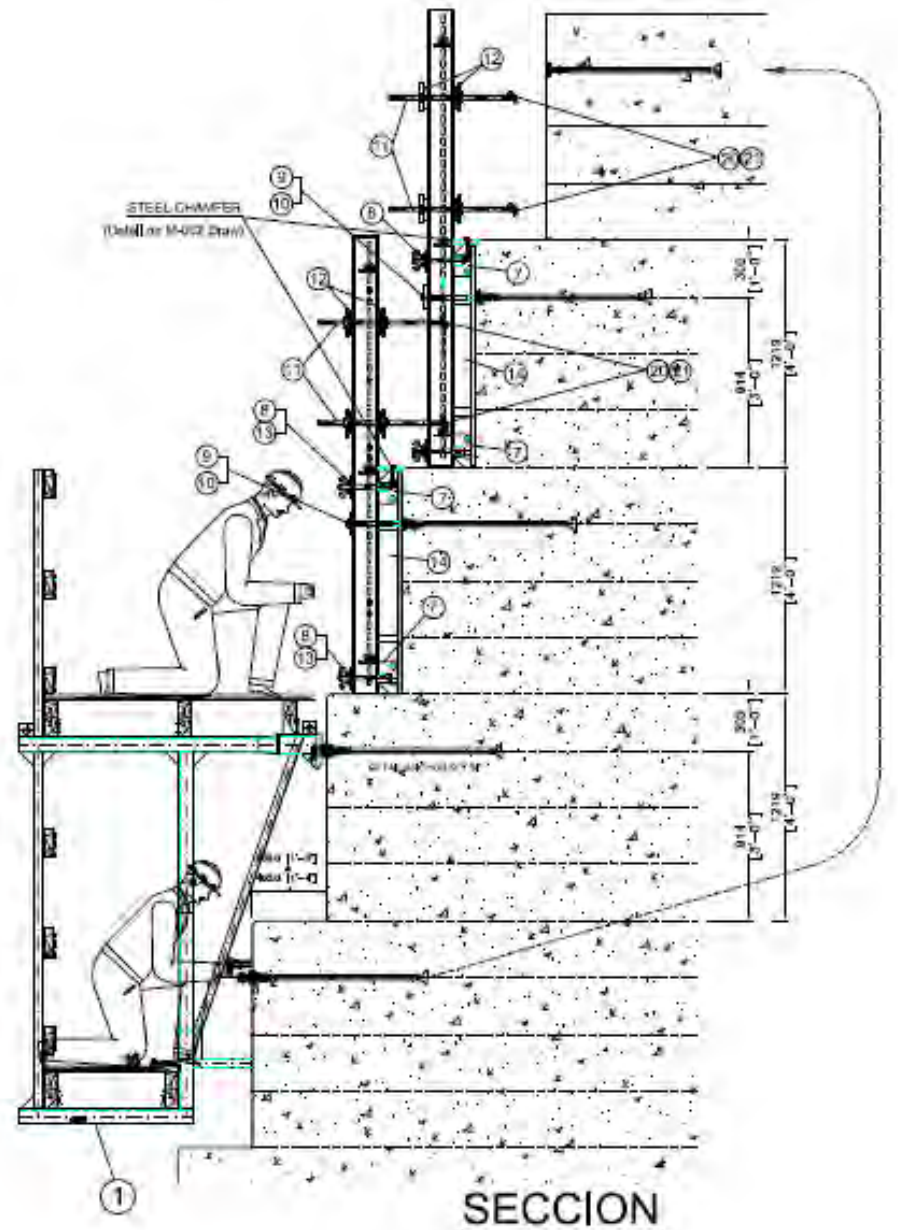
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

22

ENCOFRADO A/ABAJO



COMIENZO HCR – 1ª VENTANA



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

24

CONSTRUCCION DE LA GALERÍA



MÁS OVERTOPPINGS



12-Feb

MÁS OVERTOPPINGS



07.27.2011

MÁS OVERTOPPINGS



MÁS OVERTOPPINGS



09 13 2011 11:23

HCR – 2ª VENTANA



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS



DRAGADOS USA

30

HCR – 2ª VENTANA

Maintenance

Spare
Equipment

Survey
Checks

Contraction
Joint

GERCC and Face
Preparation

RCC loaded
in trucks

Surface
Cleaning

RCC
Compaction

Compaction of
Contraction joint

Foundation
Cleanup

Formed
Drain and
Waterstop

Spread RCC in a
“Fan Like Manner”

Density
Test

Raise
Formwork

GERCC and
Gallery Work

Surface
Moisture

HCR – 2ª VENTANA



HCR – 2ª VENTANA



HCR – 2ª VENTANA



HCR – 2ª VENTANA



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS



DRAGADOS USA

35

HCR – 2ª VENTANA



01.28.2012 11:57

HCR – 2ª VENTANA



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

37

HCR – 2ª VENTANA



HCR – 2ª VENTANA



HCR – 2ª VENTANA



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

40

FIN HCR



12-Feb-2014

**INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

41

FIN HCR



FIN HCR

09.24.2012 11:17



LOSA ARMADA EN CORONACIÓN



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

44

CARRETERA Y PUENTE DE ACCESO A CORONACIÓN



ESTRUCTURA DE TOMA



12-Feb-2014

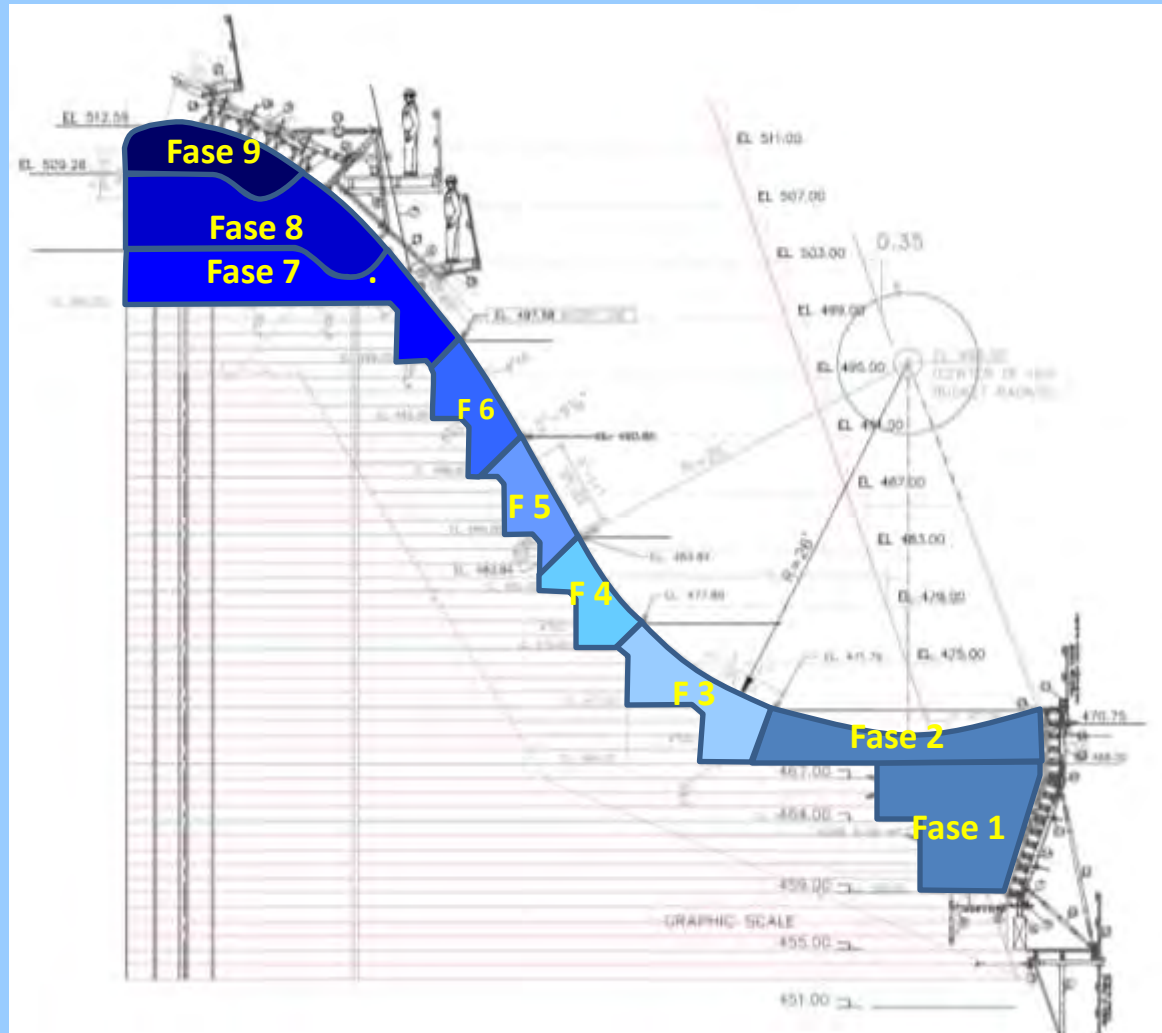
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS



DRAGADOS USA

46

ALIVIADERO



ALVIADERO





ALIVIADERO
(1200 m³/s)

DESAGÜES
(48 m³/s)

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

49

CASA DE VÁLVULAS



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA 50

PANTALLAS DE IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS



DRAGADOS USA

51

GALERÍA PERIMETRAL



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

52

Portugués Dam

Dedication Ceremony

February 5, 2014

Ponce, Puerto Rico

**INAUGURACIÓN
DE LA OBRA**



PRESA CON VISTAS AL MAR CARIBE



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

54



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

55

A descansar.....



12-Feb-2014

**INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DEL PORTUGUÉS**



DRAGADOS USA

56

CALAVERAS DAM California, USA

DRAGADOS USA

Rafael Ibáñez de Aldecoa

DRAGADOS USA y SPANCOLD

Alberto Benlloch Sanz

DRAGADOS USA



12-Feb-2014

**INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS**



DRAGADOS USA

PROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE LA PRESA DE CALAVERAS (CALAVERAS DAM REPLACEMENT PROJECT)

- Promotor: San Francisco Public Utilities Commission
- Proyecto de Constr.: URS Corporation y SFPUC
- Dirección de Obra: Black & Veatch
- Constructor (JV):



San Francisco Water System

En el Valle de Sunol se están llevando a cabo trabajos en varios proyectos con el objetivo de mejorar sísmicamente las instalaciones más críticas que suministran agua potable a 2,5 millones de clientes en el “Bay Area”, como parte del Programa de Mejora del Sistema de Agua (WSIP) a cargo de SFPUC



Presas y Embalse de Calaveras

Calaveras Dam Replacement Project

Presa existente

Se están llevando a cabo los trabajos para sustituir a la Presa de Calaveras, la cual almacena agua para abastecimiento en el embalse más grande del sistema (Hetch Hetchy). La actual presa de tierras y escollera está emplazada cerca de fallas sísmicas activas y ha sido clasificada como sísmicamente insegura. El nivel de agua en el embalse fue rebajado en 2001 en respuesta a las preocupaciones sísmicas, y viene siendo operado a aproximadamente un 40% de su capacidad histórica

Calaveras Dam Replacement Project

Presa y Embalse existentes

El embalse supone más de la mitad de la capacidad de almacenamiento de agua del Hetch Hetchy Regional Water System en el “Bay Area”, y es crucial para garantizar el suministro de agua a los clientes en épocas de elevada demanda, sequía, y cuando los recursos del Hetch Hetchy no están disponibles

Calaveras Dam Replacement Project

Nueva presa

SFPUC trabaja para reemplazar la presa existente por otra capaz de resistir el Sismo Máximo Creible (MCE). Con el CDRP, SFPUC plantea el construir una presa sustitutoria con un mejor diseño frente al sismo y que tenga la misma altura que la presa existente. El robusto diseño debe ser capaz de admitir un potencial futuro recrecimiento

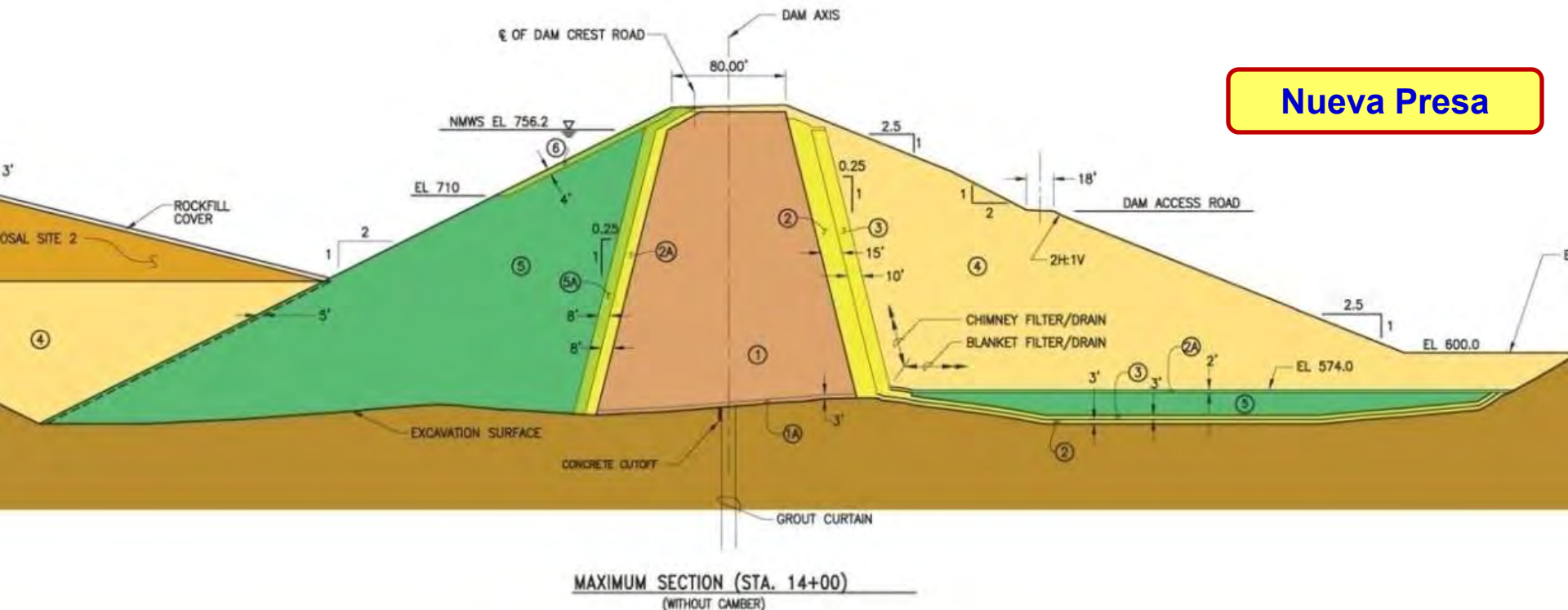


CDRP es el mayor proyecto del WSIP y consiste en construir una nueva presa de tierras y escollera inmediatamente aguas abajo de la presa existente.

La nueva presa tendrá:

- Altura: 67 m
- Long. coronación: 369 m
- Ancho en coronación: 24 m
- Ancho en la base: 360 m
- Volumen de rellenos: 2,7 Mm³

Una vez terminada la nueva presa, SFPUC podrá restaurar el Embalse de Calaveras a su capacidad original de almacenamiento, que es de 119 hm³





Primer periodo de construcción, 1913-1918



1918 - Deslizamiento del espaldón de a/arriba



Indagación de las causas del hundimiento de la presa de Calaveras

(CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS)

En Marzo de 1918 se ha producido un grave accidente durante la construcción de la presa de tierra de Calaveras, cerca de San Francisco, que estaba entonces á punto de terminarse: la parte superior de la obra, en una altura de unos 30 metros, se derrumbó deslizándose por el lado de agua arriba en una distancia de 100 metros, próximamente (fig. 1.^a).

Esta presa, construida por el método, muy empleado en América, del terraplenado hidráulico, estaba destinada á abastecer

En cuanto á las tierras situadas sobre el asperón y que comprendían, además, la parte superior de estas últimas en descomposición, así como un poco de arcilla, estaban transportadas sobre el terraplén de la misma manera que las gravas, por el método hidráulico. El terraplén que formaban era tan estable y tan compacto como el del asperón. Las cantidades terraplenadas por estos dos métodos eran casi equivalentes.

El método seguido para formar el terraplén consistía en verter el asperón sobre el perímetro de la presa en talud hacia el interior, y en enviar las tierras mezcladas con agua al centro, como en una cubeta (fig. 2.^a). A medida que el terraplén aumentaba de altura la parte central se estrechaba, resultando de aquí que el terraplén superior, que tenía encima las capas húmedas y sin consistencia, ha debido hundirse hasta llegar á la capa infe-

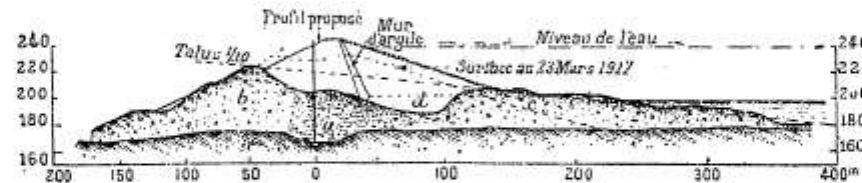


Fig. 1.^a—Corte transversal de la presa después del deslizamiento.

a, arcilla dura ó impermeable; b, terraplén duro pero permeable; c, terraplén desplazado, sólido y casi impermeable; d, terraplén blando que hay que quitar.

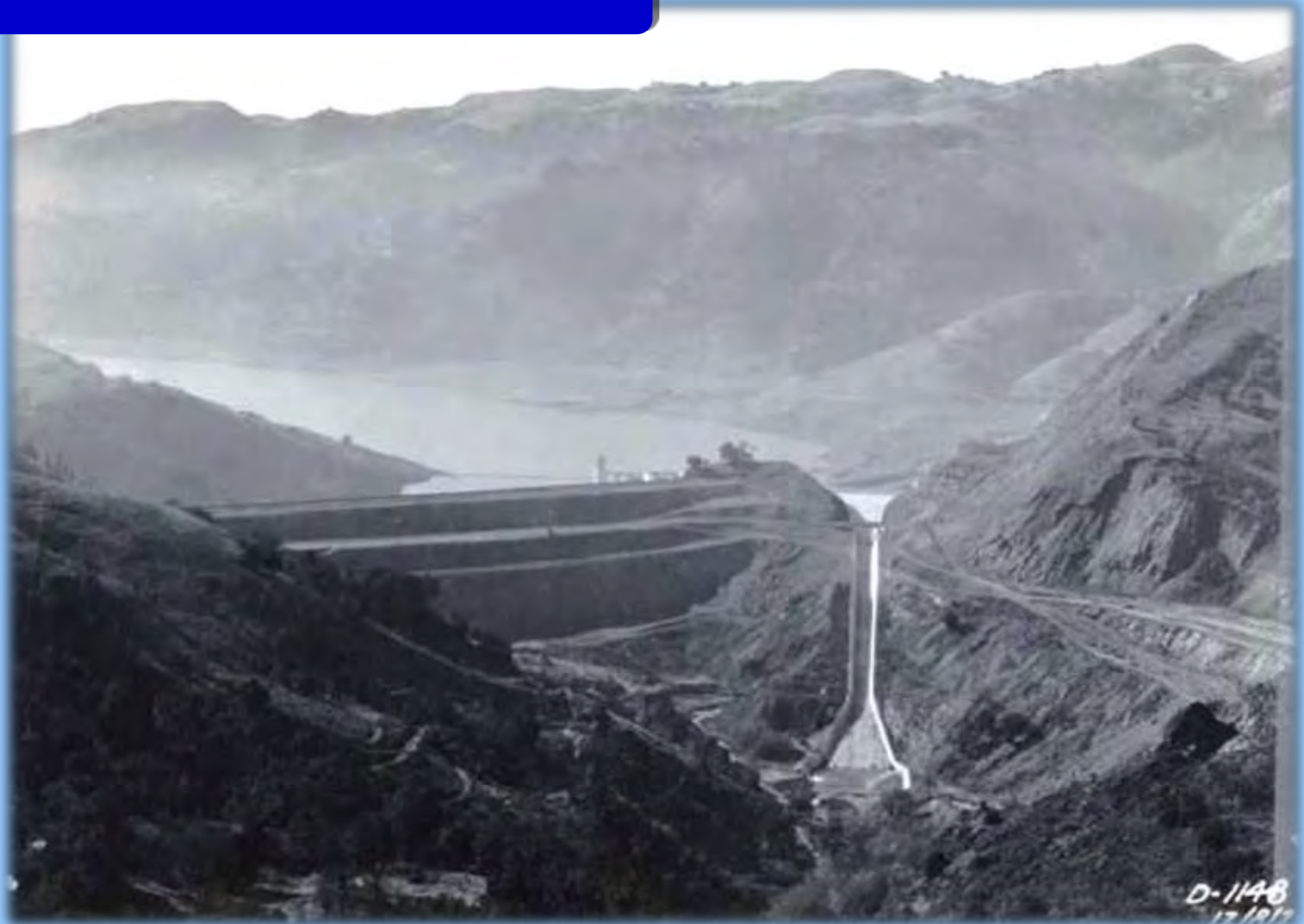
de agua á San Francisco. Desde que sobrevino el accidente los Ingenieros de la Spring Valley Water C.^o, que había emprendido esta obra, han hecho un estudio profundo de las causas que han podido producir este accidente. Las conclusiones de este estudio han sido publicadas por M. Allen Hazen en el *Engineering News Record*, y á esta revista se refiere M. L. R. M. en un artículo publicado en *Le Génie Civil*, artículo del que hacemos un resumen.

Señalaremos, con el autor, que la obra debía tener una altura de 73 metros, una longitud en la coronación de 396 metros y un espesor en la base de 370 metros. Su volumen total debía llegar á 2.400.000 metros cúbicos, y hubiera sido la más elevada de todas las presas del mundo.

rrior de la grava. Los sondeos han mostrado, en efecto, que el centro del terraplén se componía, después del accidente, de masas de asperón rodeadas por la arcilla.

El análisis que se ha hecho de la parte central de la presa ha puesto de manifiesto que las tierras terraplenadas por el sistema hidráulico se habían transformado en una masa de aspecto arcilloso, compuesta de granos muy finos y completamente desprovistas de granos medios de 0,02 milímetros á 10 milímetros, en contra de lo que pasaba en la grava, que comprendía granos de todas dimensiones. Estas tierras de granos muy finos se han depositado en el fondo y á los lados de la cubeta central de los que aquellas han llenado las paredes, y el agua no pudiendo escapar ha quedado aprisionado en el centro del terraplén for-

1925 - Presa existente terminada



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DE CALAVERAS**



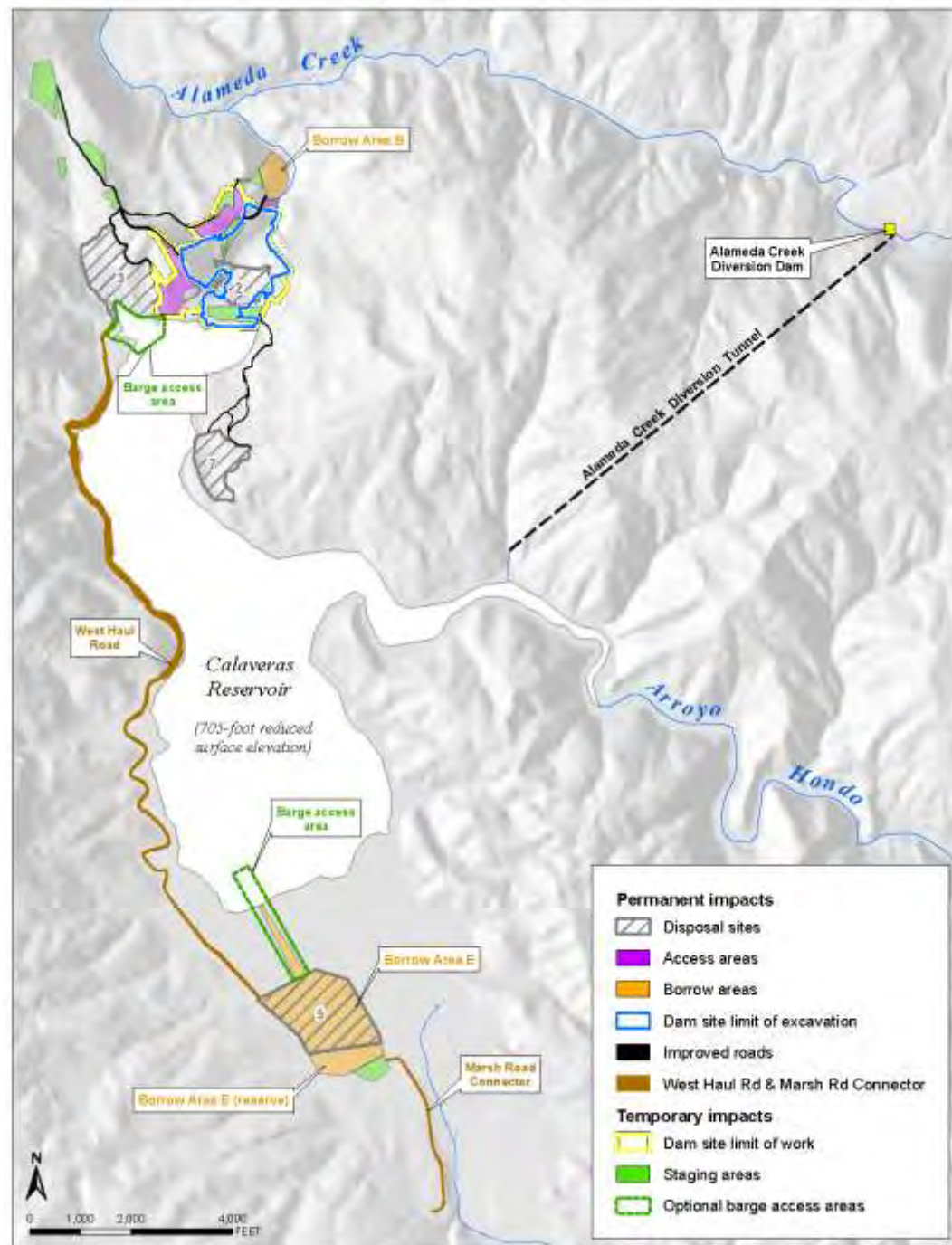
DRAGADOS USA

11

PRINCIPALES RETOS DEL PROYECTO

- Valle estrecho / área de trabajo constreñida
- Geología complicada
- Grandes deslizamientos potenciales
- Elevado potencial de temblores sísmicos
- Operación del embalse existente durante la construcción
- Mantenimiento de una alta calidad del agua
- Exhaustivos requisitos medioambientales
- Asbestos de origen natural (N.O.A.)
- Cierre de una carretera para transportar los áridos y filtros/drenes
- Parque contiguo (East Bay Regional Parks)

Planta general de las obras



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA EN PRESAS Y BALSAS: PRESA

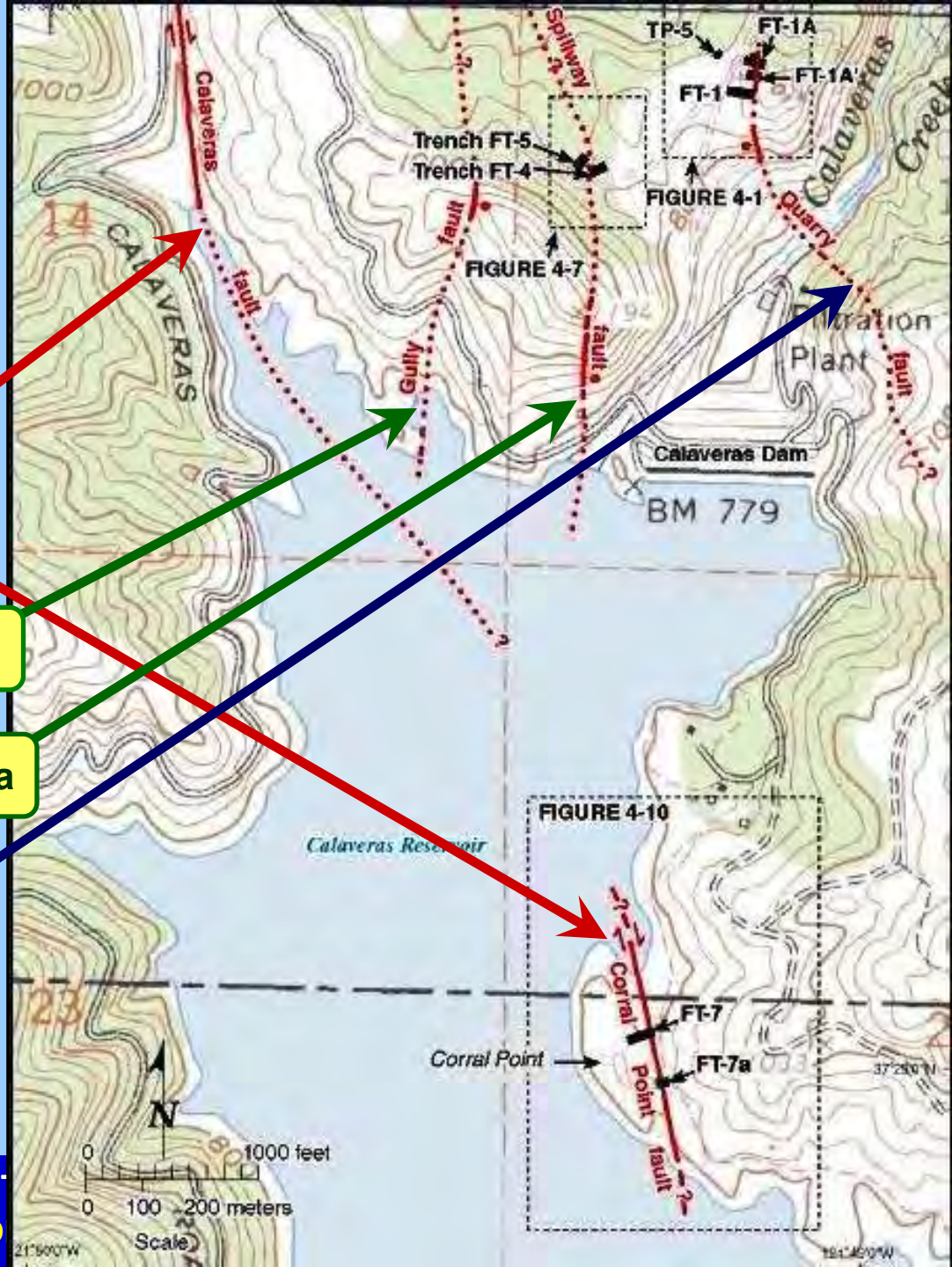
Fallas identificadas en la proximidad de la Presa

Fallas Activas

Falla Activa / Condicionalmente Activa

Falla Condicionalmente Activa / Inactiva

Falla Inactiva



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA IN
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA D

Excavaciones de Presa y Aliviadero

Margen Izda.:
“Temblor Sandstone”
(Areniscas)

Margen Dcha.:
“Franciscan Mèlange”
(Conglomerados de
grauvacas, pizarras,
esquistos y otras
rocas volcánicas)

Excavaciones de Presa y Aliviadero

Left Bank:
“Temblor Sandstone”

Right Bank:
“Franciscan Mélange”





Excavaciones de Presa y Aliviadero

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS



DRAGADOS USA

17

Excavaciones de Presa y Aliviadero





Excavaciones de Presa y Aliviadero

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DE CALAVERAS**



DRAGADOS USA

19

Excavaciones de Presa y Aliviadero





Excavaciones de Presa y Aliviadero

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DE CALAVERAS**



DRAGADOS USA

21



Excavaciones de Presa y Aliviadero

12-Feb-2014

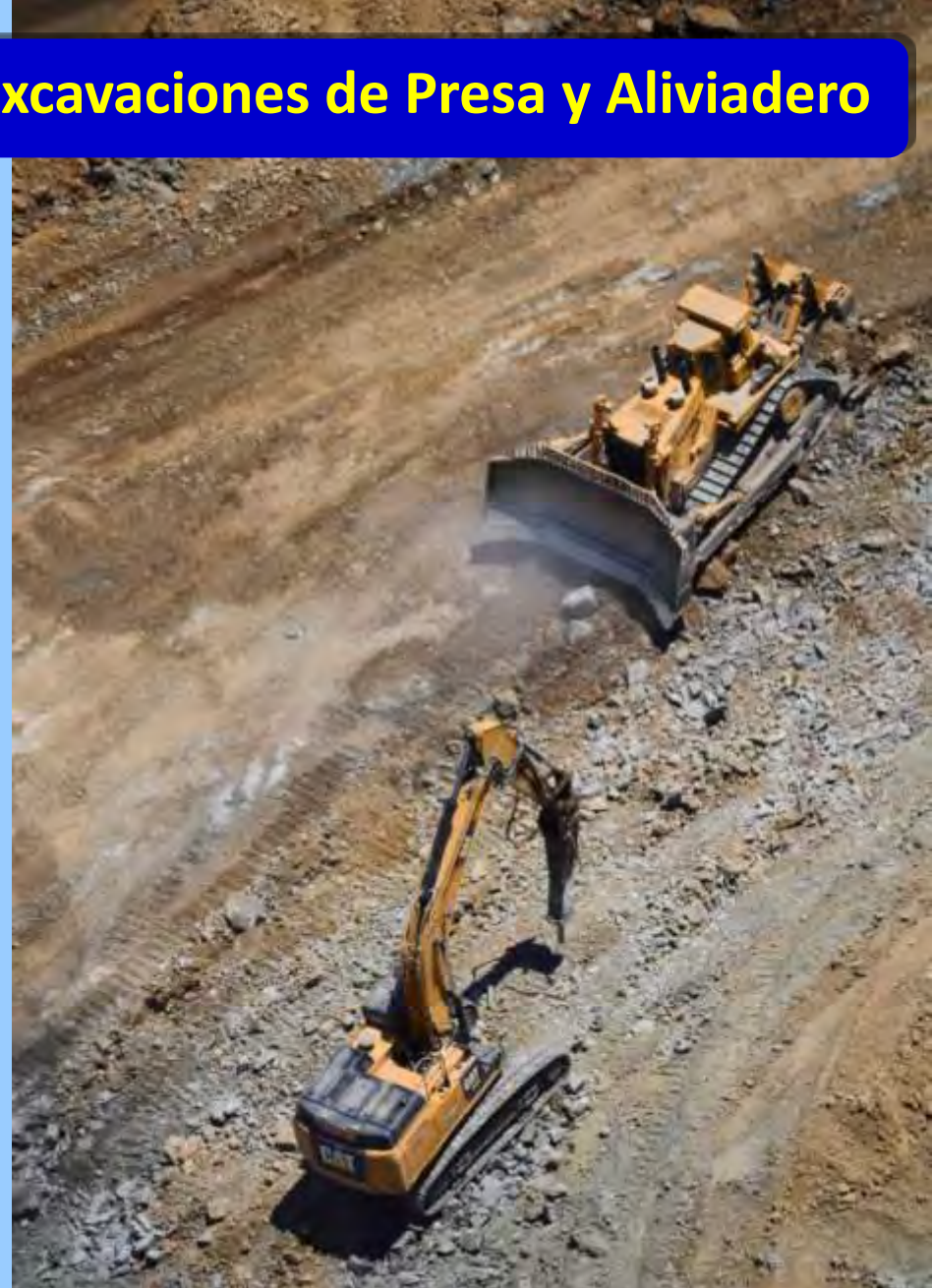
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS



DRAGADOS USA

22

Excavaciones de Presa y Aliviadero



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS



DRAGADOS USA

23

Traíllas en la Margen Izquierda



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS



DRAGADOS USA

24



Previamente a una voladura en Préstamo "B"



Voladura en Préstamo "B"

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DE CALAVERAS**



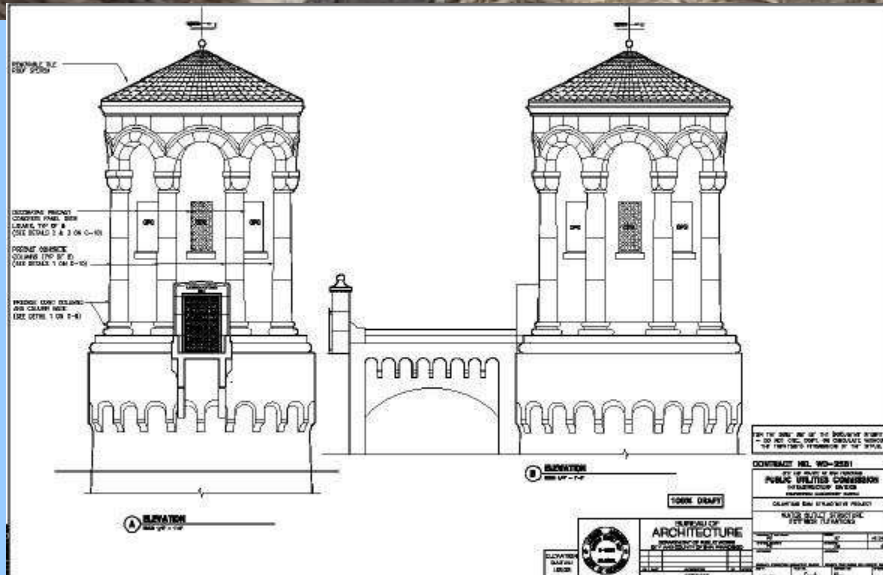
DRAGADOS USA

26

Colocación de material “Zona 5” sobre el cimientó de la presa



Nueva Torre de Toma



Nueva Torre de Toma



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS



DRAGADOS USA

29

Nuevo Pozo y Galerías



12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: **PRESA DE CALAVERAS**



DRAGADOS USA

30

Sistema de Tratamiento de Agua Activo



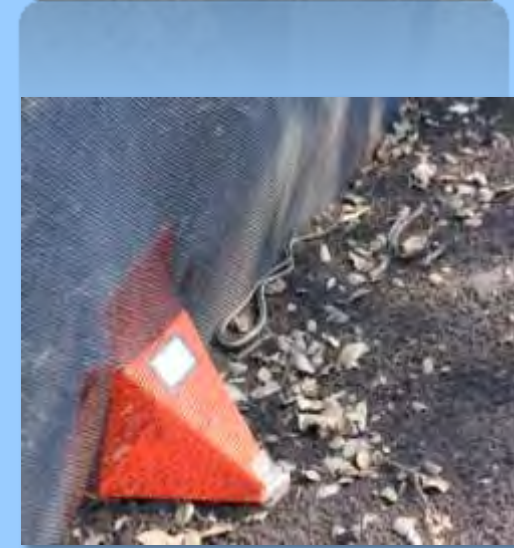
12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS



DRAGADOS USA

31



Cumplimiento Medioambiental

12-Feb-2014

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS



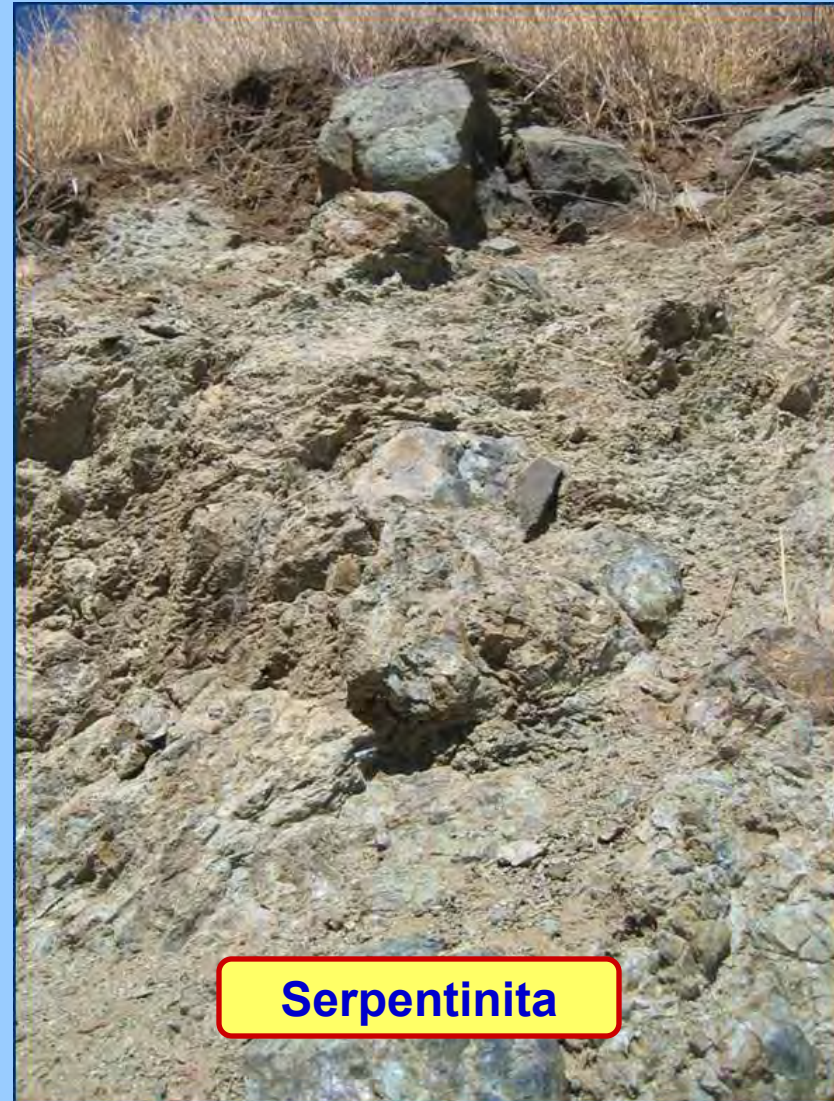
DRAGADOS USA

32

Asbestos de origen natural (NOA)



Esquisto azul



Serpentinita

OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO DEL N.O.A.

- Proteger a los trabajadores en la obra
- Proteger la salud pública fuera de la obra
- Cumplimiento de Normativa
- Vigilancia y control del polvo



Vigilancia del aire en el perímetro de las obras



**Continuamos
con un vídeo**



12-Feb-2014

**INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA INTERNACIONAL
EN PRESAS Y BALSAS: PRESA DE CALAVERAS**



DRAGADOS USA 36

VÍDEO (6 min)