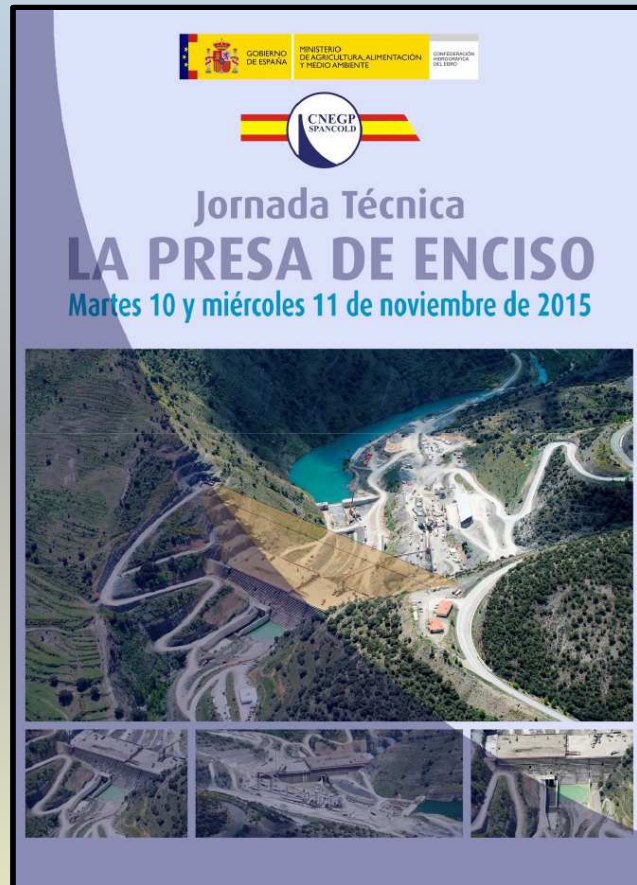


JORNADA TÉCNICA. LA PRESA DE ENCISO

Zaragoza, 10-11 de Noviembre de 2015



PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

presentado por

Francisco Ortega (Comité Español de Grandes Presas – SPANCOLD)

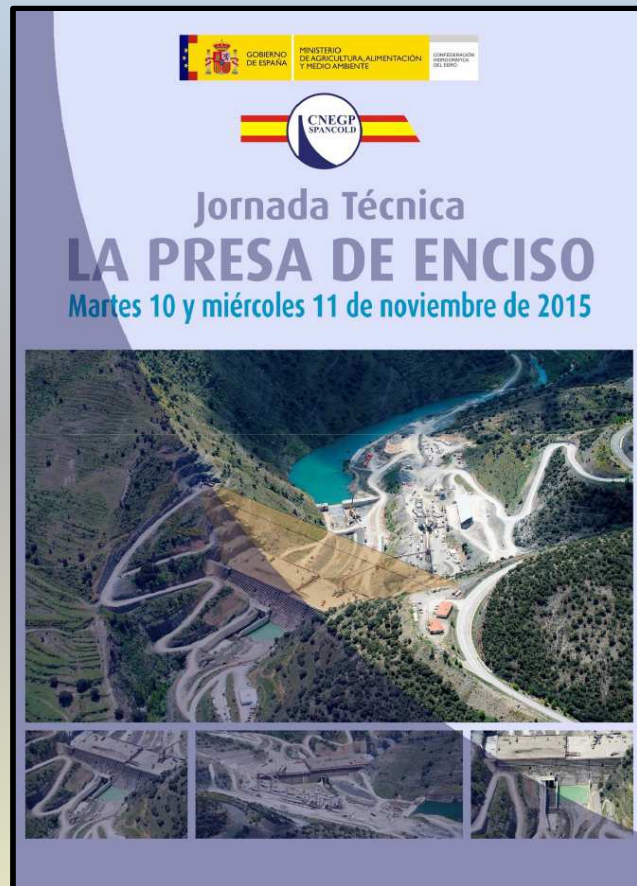
FOSCE Ingenieros Consultores – Lorentzenstr. 30, 23843 Bad Oldesloe, Alemania

Tel. +49.4531.670115 – Fax. +49.4531.670116 – E-mail: f.ortega@fosce.com



JORNADA TÉCNICA. LA PRESA DE ENCISO

Zaragoza, 10-11 de Noviembre de 2015



PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

presentado por

Francisco Ortega (Comité Español de Grandes Presas – SPANCOLD)

FOSCE Ingenieros Consultores – Lorentzenstr. 30, 23843 Bad Oldesloe, Alemania

Tel. +49.4531.670115 – Fax. +49.4531.670116 – E-mail: f.ortega@fosce.com





PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

1. Introducción
2. Simplificación y concepto de presa
3. Los materiales y la mezcla
4. Control de calidad
5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso
6. Conclusiones



PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

- 1. Introducción**
2. Simplificación y concepto de presa
3. Los materiales y la mezcla
4. Control de calidad
5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso
6. Conclusiones

1. Introducción

Presas de Hormigón Compactado (HCR) frente a Hormigón Vibrado (HV)

Ventaja principal

- *Economía que se deriva de su posible rapidez de construcción (20-30%), a pesar de la mayor inversión en instalaciones (fabricación, transporte, enfriamiento)*

Inconvenientes tradicionales

- *Unión entre capas (resistencia e impermeabilidad)*
- *Acabado de los paramentos*





PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

1. Introducción
2. Simplificación y concepto de presa
3. Los materiales y la mezcla
4. Control de calidad
5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso
6. Conclusiones

103 m

EJE DE DEFINICION
DE LA PRESA

EJE DE ACCESO
DE CORONACION

878,50
N.A.E. 877.20
N.A.F. 876.60
N.M.N. 873.00

DETALLE A

HORMIGON CONVENCIONAL
VIBRADO H-175

Objetivo 2

HORMIGON COMPACTADO
CON RODILLO

GALERIA NIVEL 2
DE 3.20x2.00 m

HCR

**HCRV:
una sola
mezcla**

HV

0.8

1.0

HORMIGON CONVENCIONAL
VIBRADO H-175

~700.000 m³

HCR

Objetivo 1

GALERIA NIVEL 1
DE 5.00x2.00 m

ROCA ALIENADA

ROCA SANA

LINEA TEORICA
DE CONTACTO
CON ROCA SANA

VARIABLE

DETALLE B

mínimo
1.50

GALERIA PERIMETRAL
DE 3.00x2.00 m

HV

HORMIGON CONVENCIONAL
VIBRADO H-175

mínimo
1.00

2.0%

TERRENO NATURAL

RELLENO LOCALIZADO

LINEA TEORICA
DE CONTACTO
CON ROCA SANA

DETALLE C

375 m

20 m

**HCR
sin
juntas**

Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO

2. Simplificación y concepto de presa

Enciso (España, 2015)





PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

1. Introducción
2. Simplificación y concepto de presa
- 3. Los materiales y la mezcla**
4. Control de calidad
5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso
6. Conclusiones

**Mezcla cohesiva,
muy trabajable**

**Superficie compactada rica en
pasta y de fraguado muy lento**



Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO

**Buenos acabados del
paramento con HCRV**

Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO



3. Los materiales y la mezcla

Material	Código	Kg/m ³		<u>Tiempo VeBe= 7-9 seg</u>
Árido grueso (>5 mm)	[G]	1411	----->	(65%) t.m.a.= 50-80 mm
Arena (<5 mm)	[A]	760 (incluido filler)	----->	(35%), granulometría GT2,
Cemento (tipo I)	[C]	60		índice de huecos < 0.30
Ceniza volante	[F]	140	----->	pasta/mortero = 0.37
Agua libre	[W]	93	----->	agua/cong. (W/C+F) = 0.47
Aditivo retardante	[R]	1,0-1,5% de [C+F]	----->	inicio fraguado > T rec.
Aire	[V]	1,0% (en volumen)	----->	densidad > 99% de d.t.s.a.



3. Los materiales y la mezcla

HEL = HCR + lechada

HV (Hormigón Vibrado)

HCRV = HCR vibrable

3. Los materiales y la mezcla



Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO



PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

1. Introducción
2. Simplificación y concepto de presa
3. Los materiales y la mezcla
- 4. Control de calidad**
5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso
6. Conclusiones

4. Control de calidad

Hormigón fresco

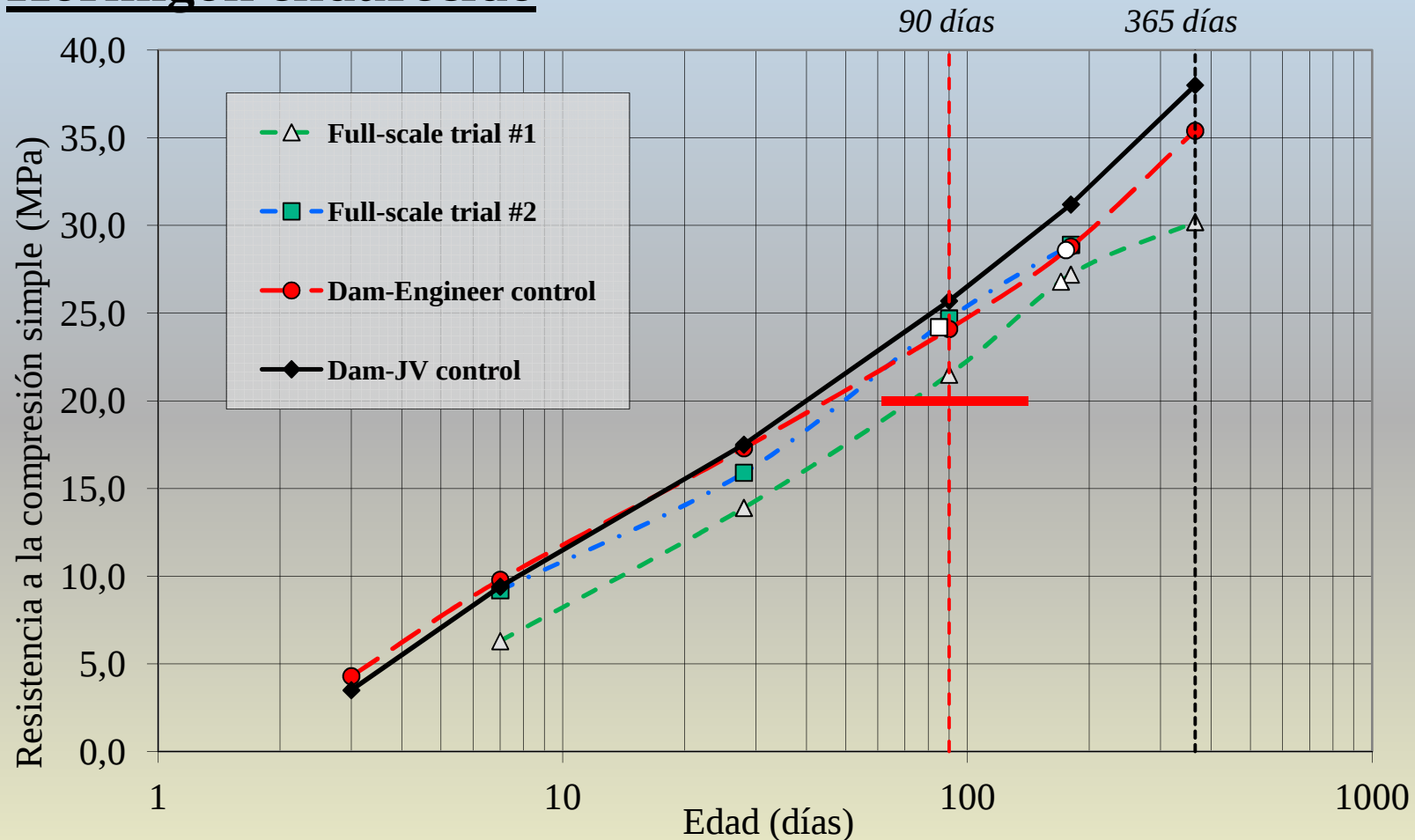
(50% avance ~12.000 ensayos)

- Tiempo VeBe: 7-9 segundos
- Vibrado del HCRV: en 30/60 min.
- Compactación del HCR: en 45/90 min.
- Núm. pasadas: 1 estática+3 dinámicas
- Densidad: 99.5% de d.t.s.a.(HCR)
98.0% de d.t.s.a.(HCRV)
- Juntas tratadas: menos del 4%
- Inicio de fraguado: >20 horas



4. Control de calidad

Hormigón endurecido



Resistencia a la tracción directa: 6-8% de la resistencia a la compresión

4. Control de calidad

Testigos y ensayos



$$R_{td,v} = 5\% R_c$$

Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO



PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

1. Introducción
2. Simplificación y concepto de presa
3. Los materiales y la mezcla
4. Control de calidad
5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso
6. Conclusiones

5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso

- La reducción del número de actividades simplifica la construcción,
- Simplicidad y áreas mas grandes de trabajo implican incremento de producción,
- Ahorro por eliminar mezclas distintas al HCR (HV, lechada, mortero),
- Reducción del número y tipo de plantas necesarias de fabricación y transporte,
- Buena unión entre capas, tanto en la zona compactada como en la vibrada.
Para ello debe respetarse el criterio de tiempo entre capas $<$ inicio de fraguado,
- Uniformidad estructural de la masa y de su evolución con el tiempo,
- Comportamiento muy similar (excepto cargas térmicas) a las presas de HV,
- Simplificación de modelos numéricos de cálculo frente a otras presas de HCR,
- Monolitismo de la zona vibrada alrededor de las juntas de estanqueidad, y
- Posibilidad de emplear la misma mezcla HCRV en zonas ligeramente armadas.



PARTE 1: ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

1. Introducción
2. Simplificación y concepto de presa
3. Los materiales y la mezcla
4. Control de calidad
5. Ventajas del HCRV en la presa de Enciso
6. Conclusiones

6. Conclusiones

1

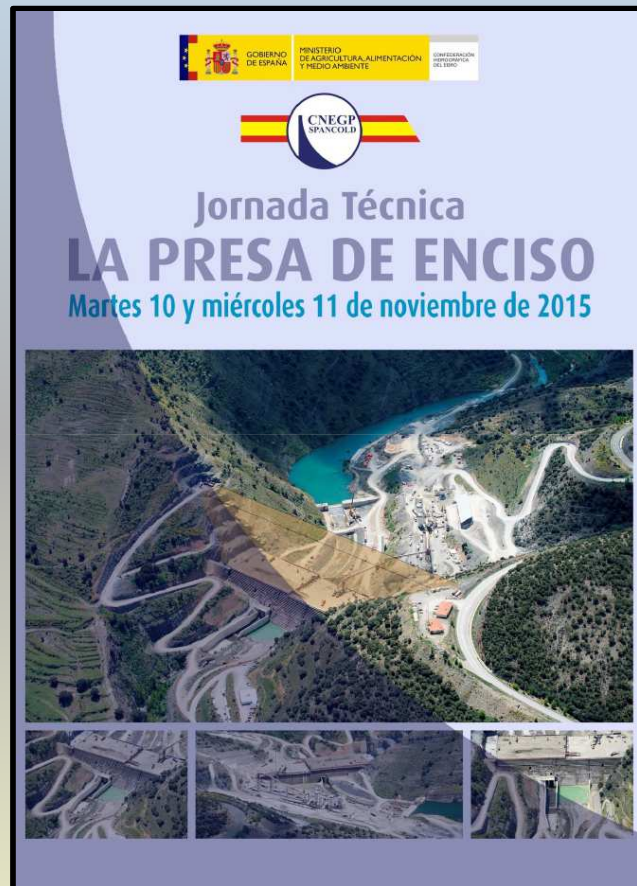
- La optimización de la tecnología de presas de HCR ha ido evolucionando hacia mezclas cada vez más cohesivas y trabajables, de fácil compactación y consistencia cada vez menos seca. Esta evolución ha culminado con el concepto de presa de hormigón compactado vibrable (HCRV), cuya primera experiencia en España es la presa de Enciso.

2

- La comparación entre la técnica de HCR de hace 30 años y el HCRV actual ofrece las ventajas adicionales enumeradas en el punto anterior. En resumen, la experiencia acumulada permite construir una presa más segura y económica.

JORNADA TÉCNICA. LA PRESA DE ENCISO

Zaragoza, 10-11 de Noviembre de 2015



PARTE 1:
ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

PARTE 2:
SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

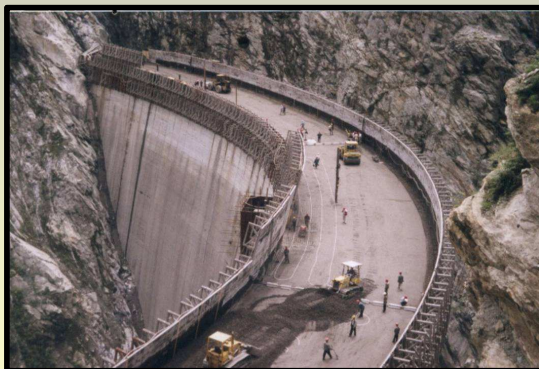
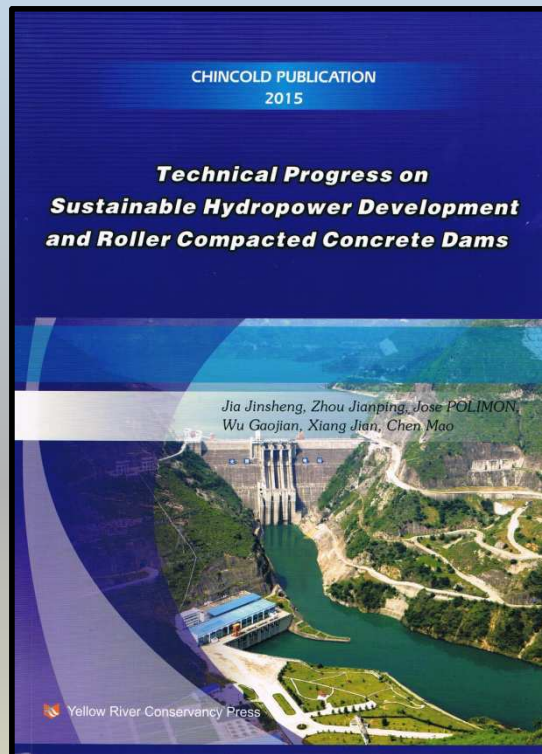
presentado por

Francisco Ortega (Comité Español de Grandes Presas – SPANCOLD)

FOSCE Ingenieros Consultores – Lorentzenstr. 30, 23843 Bad Oldesloe, Alemania

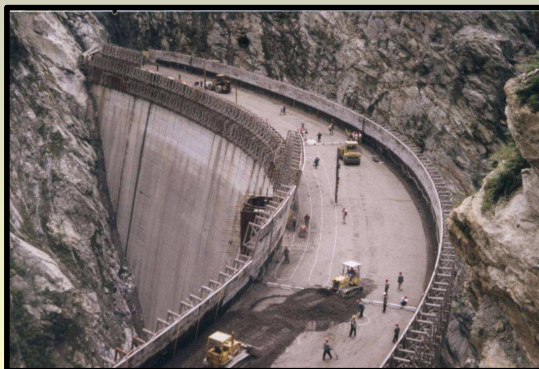
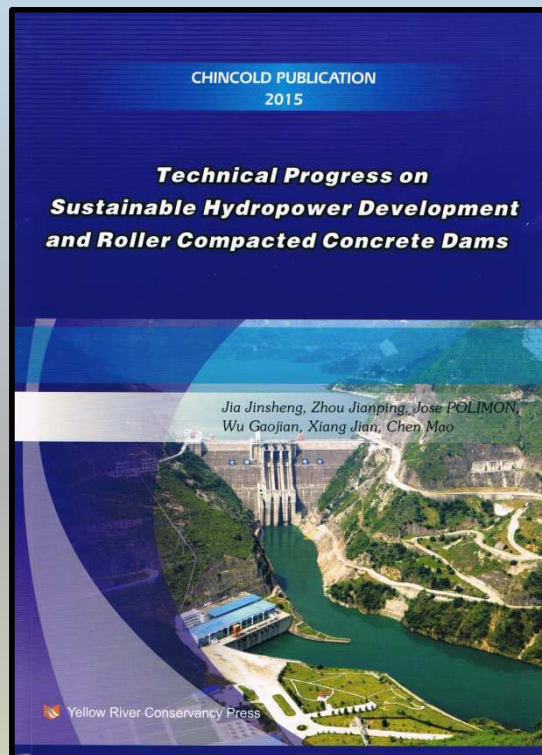
Tel. +49.4531.670115 – Fax. +49.4531.670116 – E-mail: f.ortega@fosce.com





PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

1. Antecedentes
2. Participación, programa y publicación
3. Desarrollo actual a nivel internacional
4. Avances en HCR
5. Actualización del boletín de ICOLD
6. Conclusiones



PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

1. Antecedentes
2. Participación, programa y publicación
3. Desarrollo actual a nivel internacional
4. Avances en HCR
5. Actualización del boletín de ICOLD
6. Conclusiones

1. Antecedentes



1991

1995

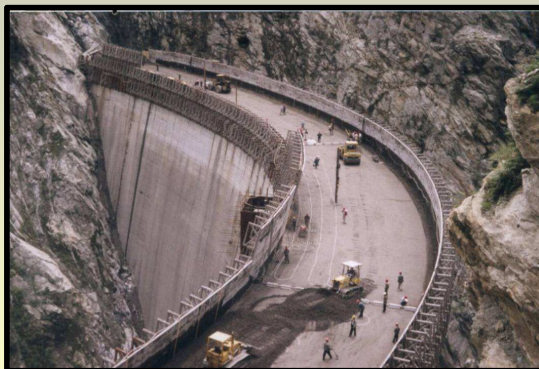
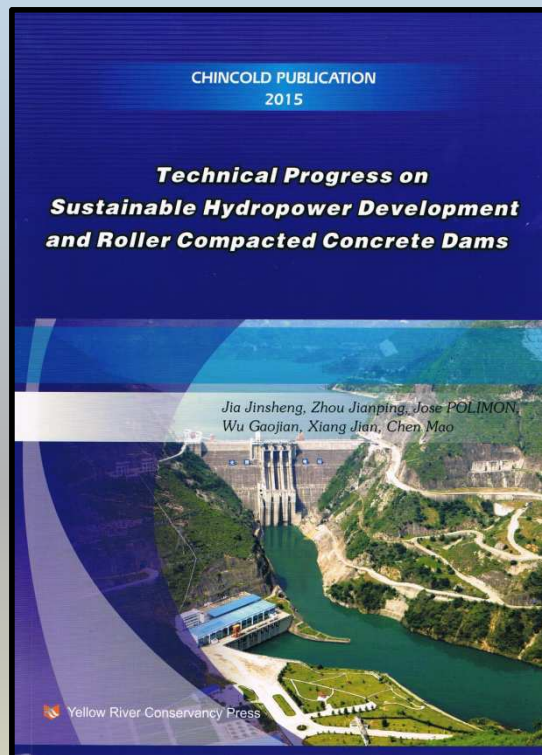
1999

2003

2007

2012

Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO



PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

1. Antecedentes
2. Participación, programa y publicación
3. Desarrollo actual a nivel internacional
4. Avances en HCR
5. Actualización del boletín de ICOLD
6. Conclusiones

2. Participación, programa y publicación

Participación:

(según lista de inscritos)

- China: ~500
- Otros países (23): ~100 *(de los cuales, España: 10)*



Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO

2. Participación, programa y publicación

Programa:

Jueves 24 de Septiembre

- Ceremonia de apertura y entrega de premios a 4 proyectos:
Shapai (China), Murum (Malasia), Changuinola (Panama), Portugues (Puerto Rico)
- Conferencias especiales: 9 (1, *RCC Dams in Spain - J.C. de Cea*)

Viernes 25 de Septiembre

- Conferencias especiales: 5 (1, *Immersion Vibrated RCC – F. Ortega*)
- Presentaciones de artículos: 24 (2)

Sábado 26 de Septiembre

- Presentaciones de artículos: 8 (2)

Sábado 26 – Lunes 28 de Septiembre

- Viaje post-Simposio, incluyendo la visita a la presa de Shapai

Shapai (China, 2001)

Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO



A photograph of the Shapai Dam in China, showing its massive concrete structure with water cascading down its face. Several people are visible on a walkway at the top of the dam. The background features a steep, forested hillside.

Shapai (China, 2015)

Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO



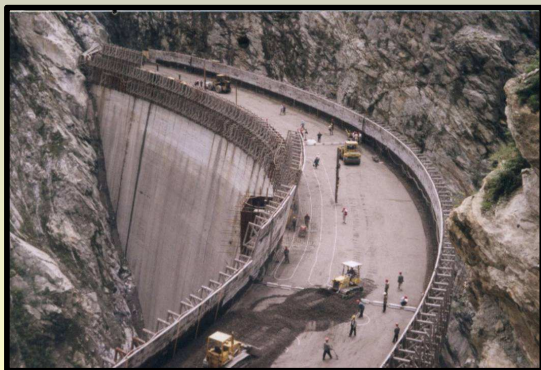
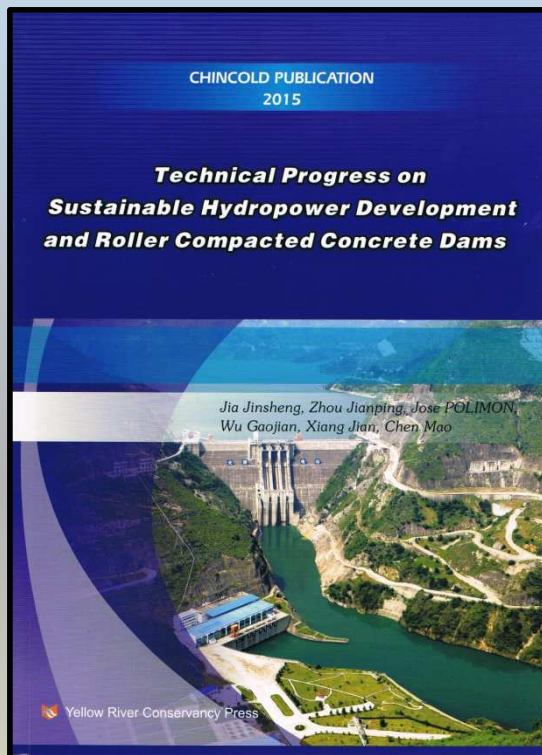
2. Participación, programa y publicación

Publicación

(incluidos en la publicación / CD)

- RCC (Parte I): 49 (6)
- Otros temas (Parte II): 19
- RCC en Brasil (publicación del comité brasileño incluida en el CD)
- Artículos publicados en la reunión anual del comité Chino

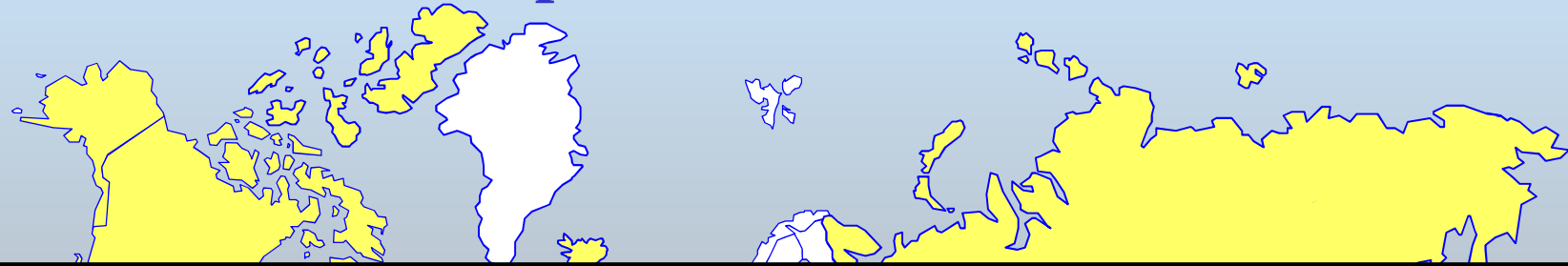




PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

1. Antecedentes
2. Participación, programa y publicación
3. **Desarrollo actual a nivel internacional**
4. Avances en HCR
5. Actualización del boletín de ICOLD
6. Conclusiones

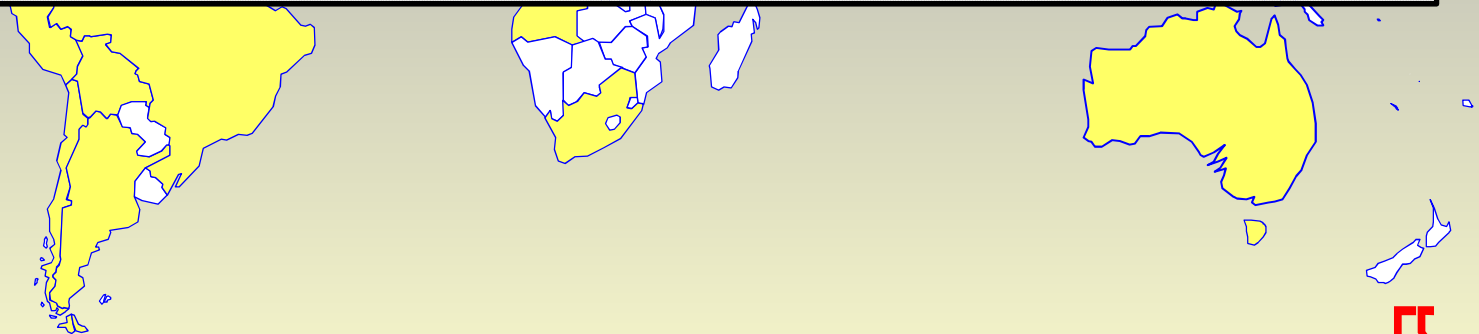
3. Número total de presas de HCR



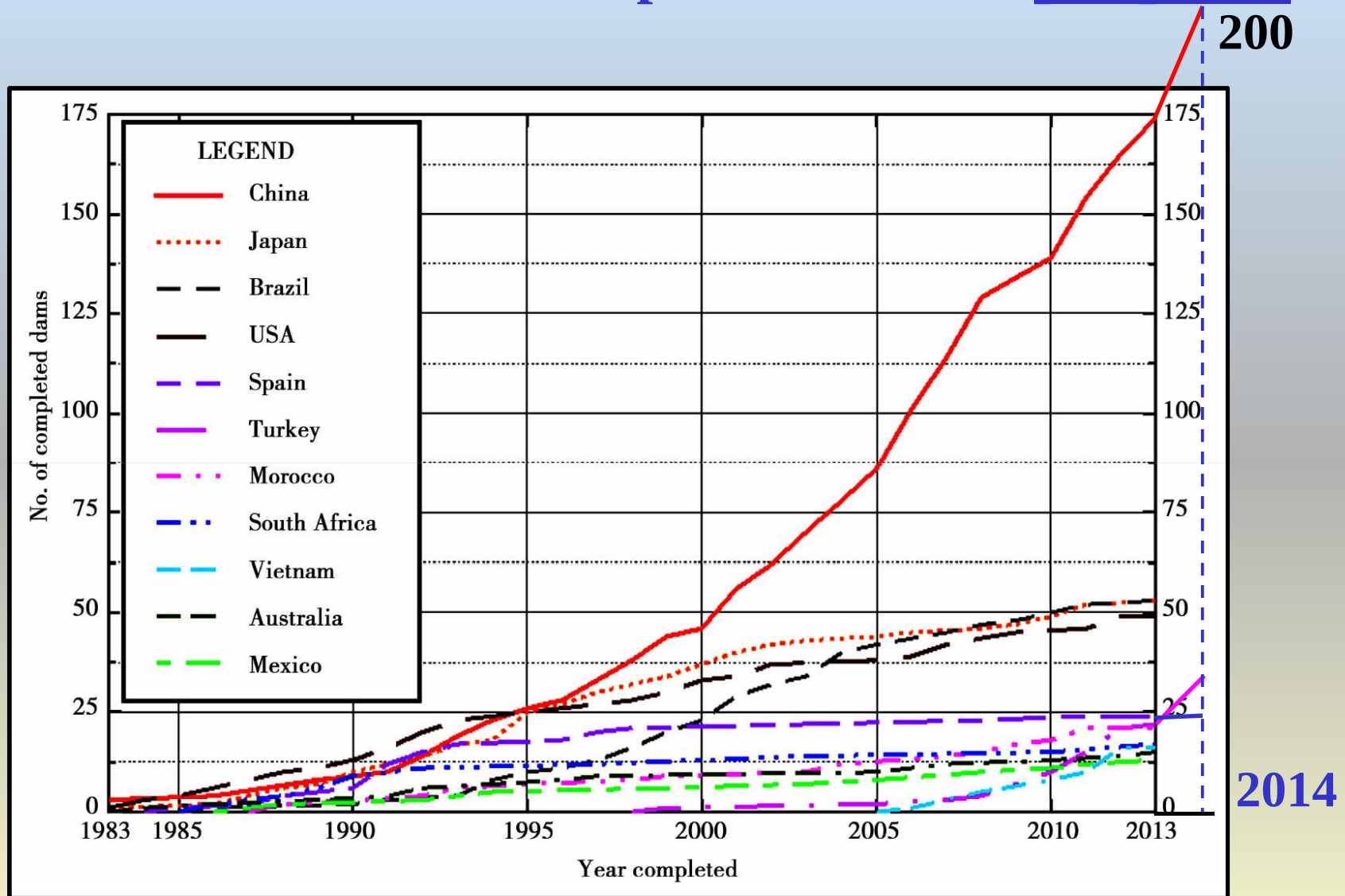
Situación actual

(s/ Hydropower & Dams)

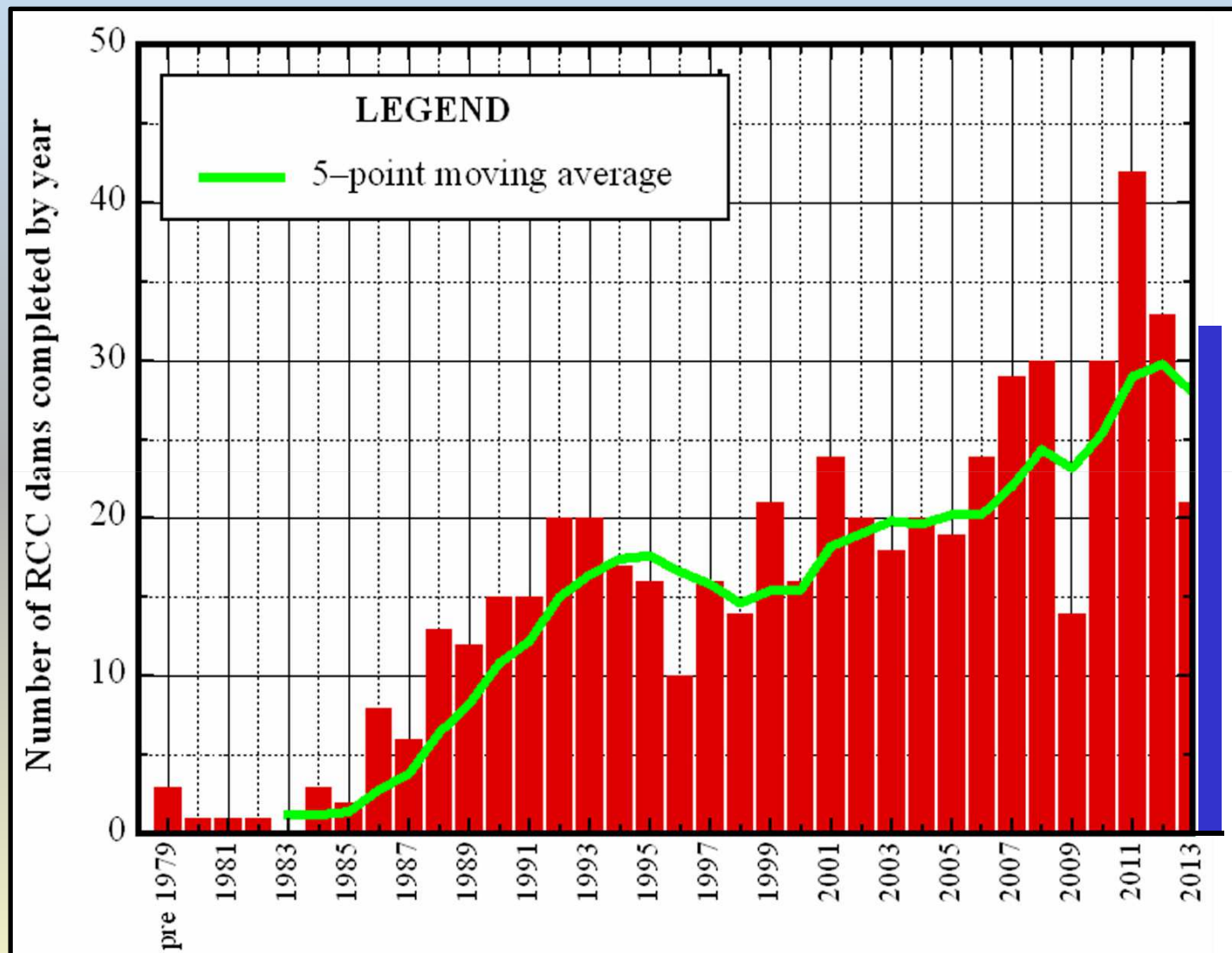
- Presas de HCR construidas: ~590
- Presas de HCR en construcción: ~85
- Número de países con experiencia en presas de HCR: ~60



3. Evolución del número de presas de HCR por países



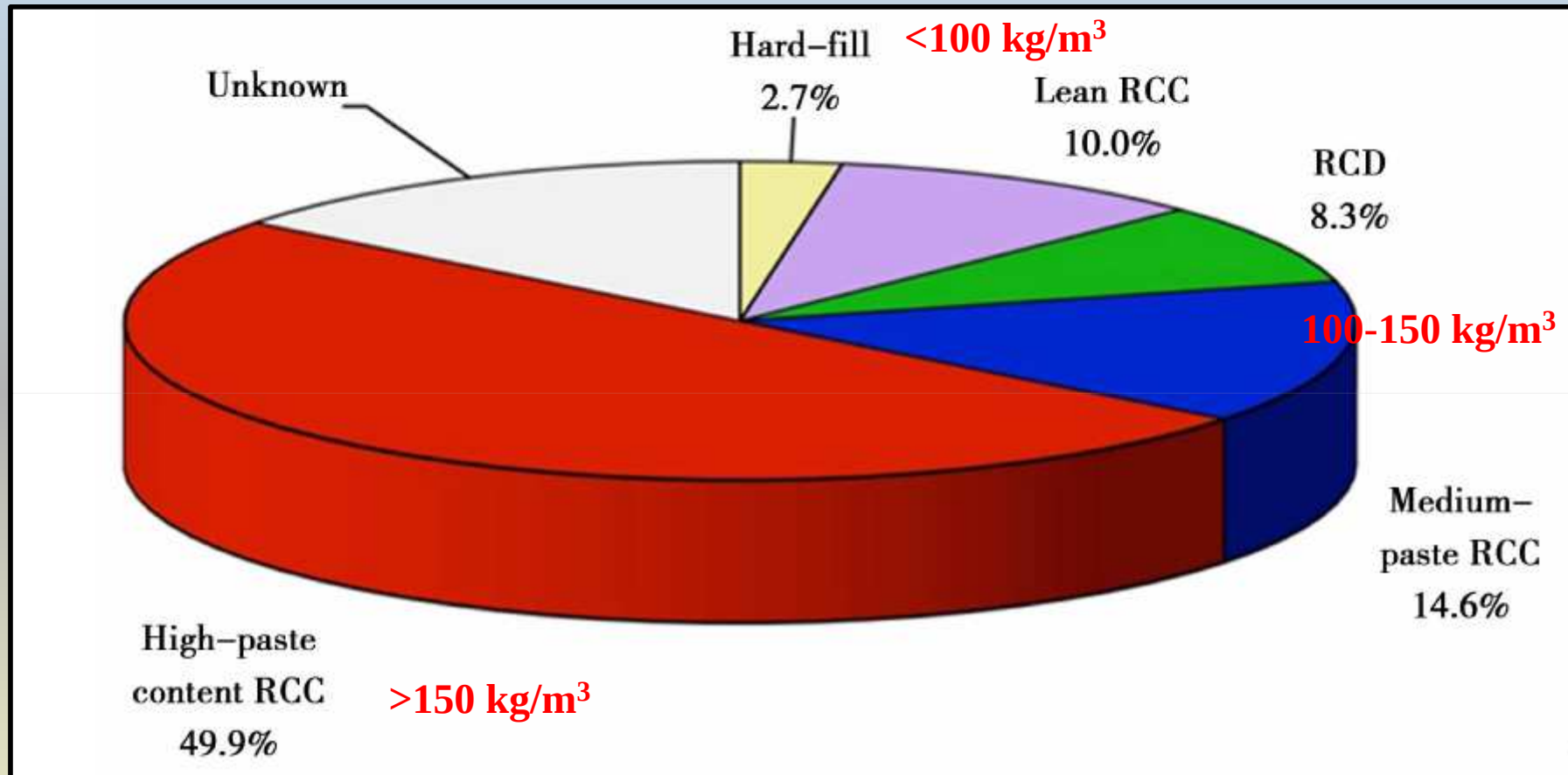
3. Evolución del número total de presas de HCR

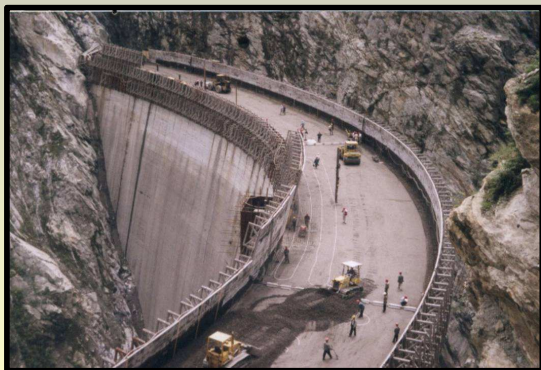
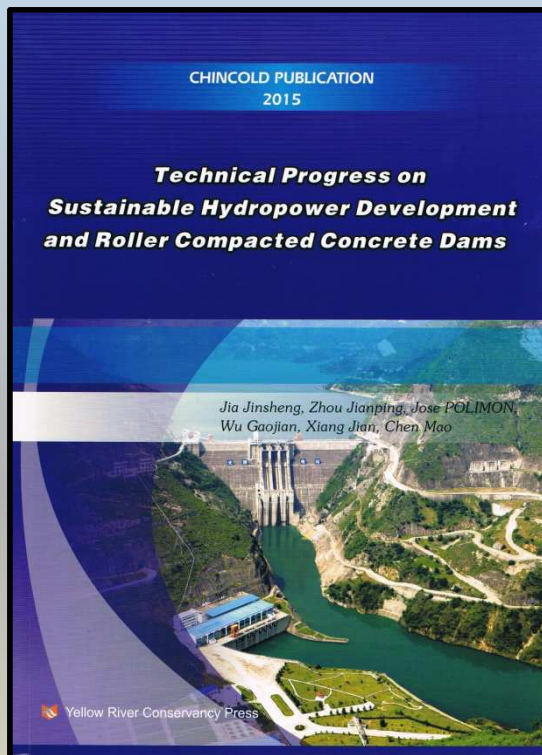


32

2014

3. Distribución por tipo de diseño / contenido de pasta



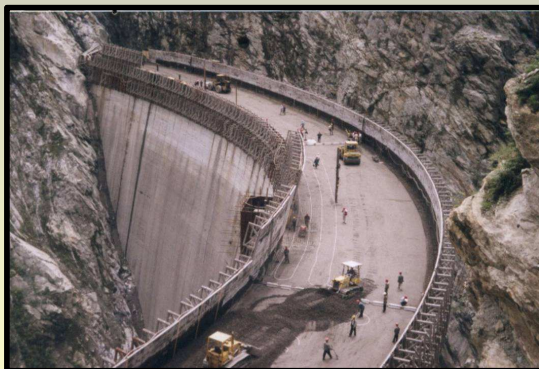
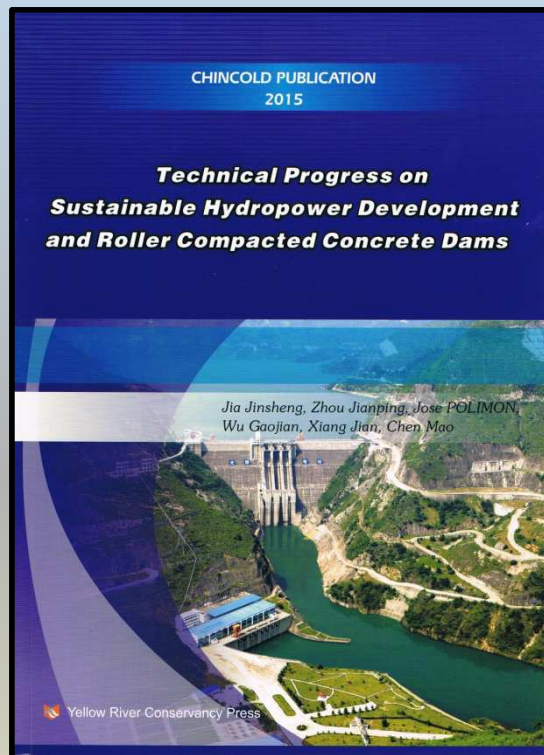


PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

1. Antecedentes
2. Participación, programa y publicación
3. Desarrollo actual a nivel internacional
4. **Avances en HCR**
5. Actualización del boletín de ICOLD
6. Conclusiones

4. Avances en HCR

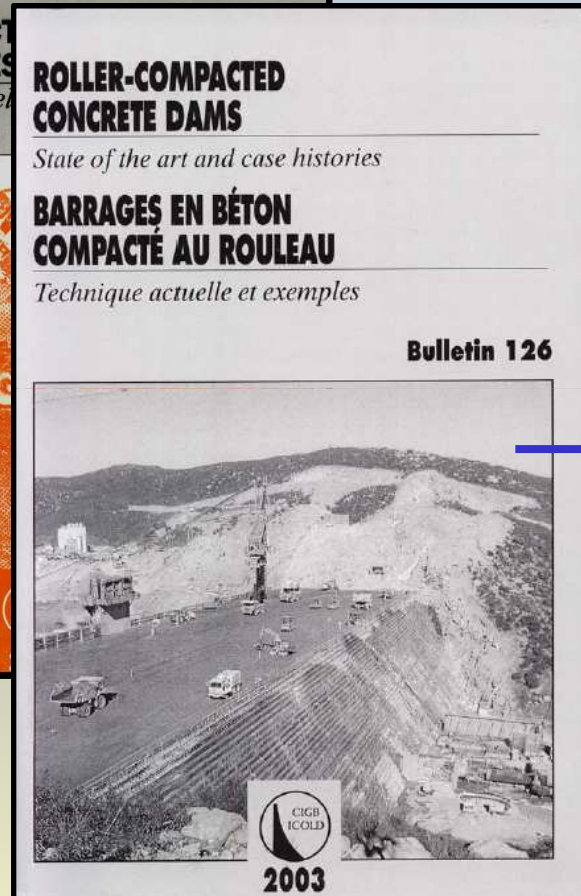
- Países en los que más desarrollo está teniendo el HCR actualmente
China, Turquía, Irán, México
- HCR vibrable por inmersión tradicional (HCRV = IV-RCC)
De Hoop (Sudáfrica), Spring Grove (Sudáfrica), Enciso (España)
- Presas de HCR de planta curva (efecto arco)
Portugues (PR), Changuinola (Panamá), Lizhou (China), Kotanli & Köroglu (Turquía)
- Construcción de presas de HCR en países en vías de desarrollo
Vietnam, Myanmar, Congo, Etiopía, Afganistán, Libia
- Uso de materiales puzolánicos no convencionales
Depósitos de cenizas (Vietnam), Escoria de fósforo pulverizada (China)
- “Muy” grandes presas de HCR en proyecto o en construcción
Gibe III (Etiopía), Grand Renaissance (Etiopía), Basha (Paquistán)
- Inclusión de las presas tipo “hard-fill” (*de relleno rígido*) entre las “cemented materials dams (CMD) = *de materiales cementados*
Beyhan 1 (Turquía), Kahir (Irán)



PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

1. Antecedentes
2. Participación, programa y publicación
3. Desarrollo actual a nivel internacional
4. Avances en HCR
5. Actualización del boletín de ICOLD
6. Conclusiones

4. Actualización del Boletín de ICOLD



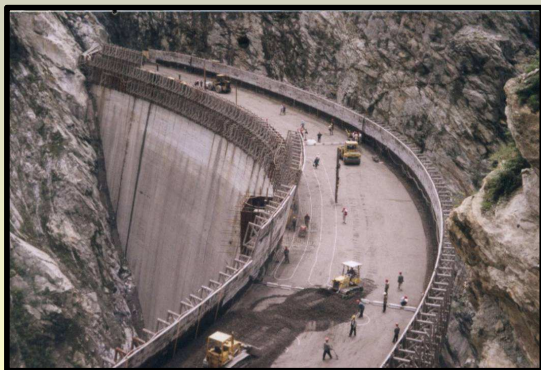
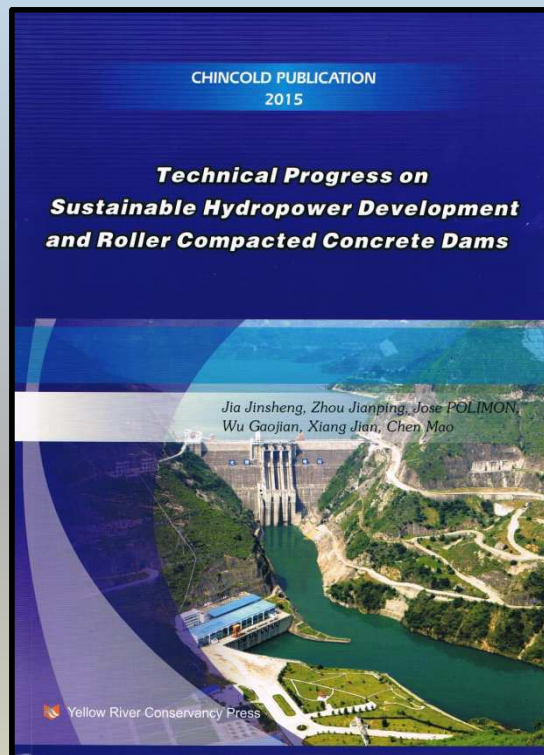
2003
Jornada Técnica
LA PRESA DE ENCISO

4. Actualización del Boletín de ICOLD

- Grupo de trabajo de 12 personas dentro del C.T. de Hormigón
- Borrador previsto para Mayo 2016 (Johannesburgo)
- Versión final para Diciembre 2016
- Estructura de trabajo y responsables:
 - Introducción
 - Diseño y presas arco (*Q. Shaw*)
 - Materiales (*M. Filho*)
 - Mezclas (*F. Ortega*)
 - Construcción (*R. Ibañez*)
 - Control de calidad e instrumentación (*M. Conrad*)
 - Comportamiento (*T. Dolen*)
 - Otros usos del HCR (*M. Rogers*)

4. Actualización del Boletín de ICOLD

- Mezclas super-retardadas ($IF > 20h$), muy trabajables (VeBe 7-12s)
- Cantidad y calidad de los finos en mezclas de HCR de alta pasta
- Especificación del HCR vibrable por inmersión (HCRV)
- Comportamiento elástico (fluencia) de mezclas con alto contenido de materiales puzolánicos (cenizas volantes)
- Implicación de los aspectos anteriores en el cálculo térmico
- Resistencia al corte (rozamiento) en juntas transversales hincadas
- Diseño de presas de HCR de planta curva. Inyección de juntas
- Efecto arco vertical en presas altas en valles estrechos
- Instrumentación (comportamiento térmico y tenso-deformacional)
- Actualización de aspectos constructivos



PARTE 2: SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

1. Antecedentes
2. Participación, programa y publicación
3. Desarrollo actual a nivel internacional
4. Avances en HCR
5. Actualización del boletín de ICOLD
6. Conclusiones

6. Conclusiones

1

- El 7º Simposio Internacional de Presas de HCR celebrado en Chengdu (China) en Septiembre de 2015 ha dado continuidad a muchos de los aspectos que ya se vieron en el anterior de Zaragoza 2012. El número de países con experiencia en este tipo de presas va aumentando (~60) con una actividad creciente en Turquía, Vietnam, Irán ó México. Cada año se concluyen de 25-30 nuevas presas.

2

- Se está actualizando el Boletín núm.126 de ICOLD incluyendo el estado del arte y los nuevos avances en mezclas tipo HCRV y el diseño de presas de planta curva. Se prevé que esta actualización esté lista para finales de 2016.

JORNADA TÉCNICA. LA PRESA DE ENCISO

Zaragoza, 10-11 de Noviembre de 2015



PARTE 1:
ASPECTOS RELATIVOS AL HCR

PARTE 2:
SIMPOSIO RCC2015 EN CHINA

presentado por

Francisco Ortega (Comité Español de Grandes Presas – SPANCOLD)

FOSCE Ingenieros Consultores – Lorentzenstr. 30, 23843 Bad Oldesloe, Alemania

Tel. +49.4531.670115 – Fax. +49.4531.670116 – E-mail: f.ortega@fosce.com

