

REVISTA DE

# INGENIERIA

**CENTRO DE INGENIEROS**  
Provincia de Buenos Aires

Institucion sin fines de lucro, fundada el 1 de agosto de 1928  
agrimensores | arquitectos e ingenieros | Miembro de UADI

Av. 53 N° 416 ½ e/ 3 y 4 | La Plata | 0221 421 8232



año LXVI N° 152  
ISSN N° 0482-5772  
Ciudad de La Plata



# COMISION DIRECTIVA

## Presidente

Arq. Paula Rodriguez

## Vicepresidente 1°

Ing. Rodolfo J. Rocca

## Vicepresidente 2°

Ing. Juan Carlos Delorenzo

## Secretario

Ing. Roberto Polenta

## Pro secretario

Ing. Alejandro Rocca

## Tesorero

Ing. Saúl Panigo

## Pro tesorero

Ing. José María Uslenghi

## Vocales titulares

Ing. Néstor Marinelli

Ing. Leonardo Palumbo

Ing. Raúl Molinari

Ing. Maximiliano Fantuzzi

Ing. Alejandro Lugones

Ing. Enrique Sanmarco

Ing. José Luis Montalvo

## Vocales suplentes

Ing. Roberto Denegri

Ing. Carlos, Giuliano De La Vega

Ing. Horacio Delaloye

Ing. Azucena Keim

## Revisores de cuentas titulares

Ing. Marcelo Frailuna

Agrim. Miguel A. Fasciolo

Ing. Marcelo Rastelli

## Revisores de Cuentas Suplentes

Ing Adolfo Ruiz

Ing. Alejandro Crusat

# INDICE

## FOTO DE TAPA

Toma aérea de la ciudad de La Plata.

Nuestro agradecimiento al Arq. *Hilario Roth* y al Agrim. *Miguel Fasciolo*. Aero Club La Plata.

## EDITORIAL

Palabras de la Arq. *Paula Rodriguez*

4

## HORMIGON

Simulación numérica del comportamiento termo-mecánico de estructuras de hormigón.

Por los Ingenieros. *Maria Paula Zapitelli, Ignacio Villa y Claudio Rocco*.

5

## FISICA

El Laboratorio subterráneo ANDES.

El universo desde las profundidades de la montaña.

Por el Dr. *Oswaldo Civitarese*

12

## INFRAESTRUCTURA

EL PUERTO DE BUENOS AIRES, en la hora del vencimiento de las concesiones de las terminales de contenedores .

Por el Ing. *Rodolfo J. Rocca*

21

## PRESTIGIO PROFESIONAL

Rememorando al Ingeniero

TEOFILO MELCHOR TABANERA

Por el Ing. *Gonzalo Perera*

27

## ARQUITECTURA

Duendes de hormigón. Los mataderos de Francisco Salamone.

Por *Marcelo Merlo*

29

*Nuestro agradecimiento a todos los que con su desinteresado aporte hicieron posible que el Centro de Ingenieros pueda editar esta revista.*

## REVISTA DE INGENIERIA del Centro de Ingenieros Provincia de Buenos Aires.

Publicación fundada en 1953. Año LXVI. N° 152

Revista de distribución gratuita.

ISSN 0482-5772

Reg. N.P.I. 524.058.

## CENTRO DE INGENIEROS PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Fundado el 1 de Agosto de 1928

Asocia voluntariamente agrimensores, arquitectos e ingenieros.

Con personería jurídica.

Inscripto en Entidades de Bien Publico y en la Federación de instituciones culturales y deportivas.

Av. 53 N° 416 ½, La Plata. Argentina

Tel. (54) 221 4218232

Según nuestro Estatuto, las expresiones de esta institución tendrán validez, únicamente si llevan la firma conjunta de su secretario y presidente. Siendo las notas de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de textos, fotos, planos o dibujos sin la autorización expresa del editor.

ISSN 0482-5772

Nro. 152 Diciembre 2019

CENTRO DE INGENIEROS BA



Por la Arq. Paula Rodriguez

*Presidente del Centro de Ingenieros  
Provincia de Buenos Aires.*

Arquitecta, recibida en la Universidad Nacional de La Plata, UNLP, Argentina.

Especialista en medio ambiente, ha realizado la maestría de ingeniería ambiental de la Universidad Tecnológica Nacional. Sustentabilidad urbana. Leuphana University.

Especialista en tratamiento de hormigones arquitectónicos.

Con 30 años de experiencia en el ejercicio profesional independiente, trabajó para empresas constructoras locales e internacionales, en obras de mediana y gran envergadura.

Es miembro fundador del Instituto de medio ambiente del CIPBA.

Ha participado en actividades de extensión universitaria en equipos multidisciplinares, representando a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo UNLP

Actualmente preside el Centro de ingenieros Provincia de Buenos Aires.

*Los tiempos se acortan, la inmediatez transforma la realidad y esperar no es una opción cuando el futuro es ahora.*

*Insertarnos en esta realidad mutante es un desafío continuo que demanda a ingenieros, arquitectos y agrimensores reinventarnos permanentemente.*

*La generación Z, los millennials, los centennials, Greta Thunberg. Cada generación se agrupa bajo un común denominador que la distingue e identifica masivamente, sin fronteras, universalmente. Si bien nos debemos a nuestras culturas locales, surgen movimientos que trascienden los límites y se desparrraman.*

*La conciencia de que el planeta es solo uno para todos, independientemente de las culturas, los grupos y las formas.*

*Tal vez el conocimiento y la evolución tecnológica a nuestro alcance, nos hicieron creer por un instante, que el universo se manejaba de igual modo y que el planeta permanecería expectante frente a nuestros avances. Fue entonces que olvidamos sus leyes y sus tiempos, convencidos de que todo podía ser dominado, resuelto o mitigado por el hombre.*

*El universo evoluciona desde su origen. El hombre también, ahora es hora de comprender que solo la evolución conjunta es posible.*

*El clima, los vientos, las lluvias, las inundaciones, la contaminación, transforman nuestra vida diaria y no pueden manejarse desde el conocimiento técnico y científico tradicional que parecía indiscutible e inapelable por sobre todo lo mensurable.*

*Entonces tomamos conciencia sobre el planeta del que formamos parte.*

*Es hoy la naturaleza que nos rodea la que imprime su preponderancia sobre nuestras decisiones, sobre nuestros conocimientos adquiridos, y a quien debemos responder y adaptarnos. Ni la política, ni la economía, ni la tecnología, ni el conocimiento, tienen aisladamente la respuesta.*

*En este escenario nos ubicamos hoy, frente a la permanente necesidad de replantearnos cuales serán los nuevos conocimientos y reflexiones que necesitaremos afrontar desde nuestros lugares.*

*No es suficiente la actualización desde lo técnico. Necesitamos considerar nuevas variables y modos de vida para poder elaborar respuestas acordes.*

*La ingeniería en todas sus ramas necesita respuestas innovadoras y profesionales flexibles. Tenemos las herramientas, necesitamos construir conjuntamente desde la acción. Participar, observar, generar, innovar, mejorar, concientizar, difundir.*

*Los hitos tradicionales ya no lo son y tampoco la sociedad con sus rígidas estructuras.*

*En unos 10 años, la población activa será la generación millennial, con sus ideales y pretensiones. Como nos adaptaremos el resto de las generaciones de profesionales? Hoy la robótica y la inteligencia artificial, son una incipiente revolución, pero para entonces serán lo cotidiano.*

*De esta mezcla se conformará el nuevo universo que tenemos por delante. Exigencias que nos demandan los nuevos tiempos y para las cuales es nuestra responsabilidad prepararnos.*

*El mundo es hoy, actuemos pensando en mañana.*

# Simulación numérica del comportamiento termo-mecánico de estructuras de hormigón

Por los Ingenieros:  
**María Paula Zappitelli, Ignacio Villa y Claudio Rocco**

¿Es posible predecir la aparición de grietas y fisuras en grandes diques y otras mega estructuras hormigón?  
¿Se puede calcular con precisión en qué momento el material comenzará a deteriorarse para repararlo a tiempo?

## Introducción

Según el ACI 116R se considera hormigón masivo a cualquier volumen de hormigón con dimensiones lo suficientemente grandes como para requerir que se tomen medidas para hacer frente a la generación del calor debido al proceso de hidratación del cemento y a los cambios volumétricos con el objetivo de minimizar la fisuración. Las grandes dimensiones que presentan las estructuras de hormigón masivo originan las condiciones para que tengan lugar grandes cambios de temperatura en la estructura y gradientes de temperatura significativos de masa y superficie entre el interior y el exterior de la misma.

Estos cambios de temperatura van acompañados de cambios de volumen, los cuales son restringidos interna o externamente por las condiciones de emplazamiento, originando tensiones de tracción, si éstas superan la resistencia a tracción del material pueden provocar la aparición de fisuras de origen térmico. Si bien este tipo de fisuras están presentes en la mayoría de las estructuras de hormigón, en general no comprometen la estabilidad estructural pudiendo sin embargo en algunos casos afectar el comportamiento en servicio provocando su deterioro, con los consecuentes costos de reparación y mantenimiento, en particular significativos en el caso de obras de gran envergadura.

Para graficar la importancia del calor generado por el proceso de hidratación del cemento en estructuras de hormigón masivo cabe mencionar que un muro de 0.15m de espesor se estabiliza térmicamente aproximadamente en 1 hora o 1.5 horas, un muro de 1.5m de espesor lo hace en una semana. Sin embargo un muro de 15m de espesor, representativo del espesor de una presa tipo arco, requeriría 2 años para estabilizarse térmicamente. Por otro lado una presa de 152m de espesor necesitaría 200 años en alcanzar el mismo grado de estabilidad térmica. A medida que el espesor se incrementa la temperatura interior aumenta en la masa de hormigón volviéndose casi adiabático, generando el potencial desarrollo de grandes diferencias de temperatura, las cuales pueden comprometer la integridad estructural.

Frente a esta problemática la simulación numérica de estructuras de hormigón masivo, como presas y bases de fundación, empleando el Método de los Elementos Finitos constituye una poderosa herramienta para la toma de decisiones en lo que se refiere al cálculo y proceso constructivo de las mismas, ya que permite la determinación de los estados tensionales de estas estructuras frente a acciones de tipo térmico y así estudiar distintas alternativas en cuanto a secciones, secuencia de hormigonado, momento del año en el que es más conveniente comenzar con el mismo en relación al lugar de emplazamiento de la obra, contenido unitario de cemento a utilizar, potenciales zonas de fisuración, entre otros factores.

A continuación se presentan algunos análisis termomecánicos realizados aplicando el Método de los Elementos Finitos para distintas obras en donde se evidencia la relevancia de la información obtenida a partir de los mismos.

## Obras estudiadas

*Tapón y losa de fondo de una cámara de carga en provincia de Buenos Aires*

En este caso los objetivos de la simulación numérica consistieron en estimar la evolución térmica del tapón y la losa de fondo por efecto del calor de hidratación del cemento durante el hormigonado. Luego estudiar al campo de tensiones en

el tapón y la losa de fondo generado por la evolución térmica y finalmente determinar las zonas en las que la resistencia a tracción del hormigón es superada en el tapón y en la losa de fondo.

En la Figura 1 se presentan imágenes de la obra (superior) y del modelo numérico de la losa y el tapón de fondo (inferior).

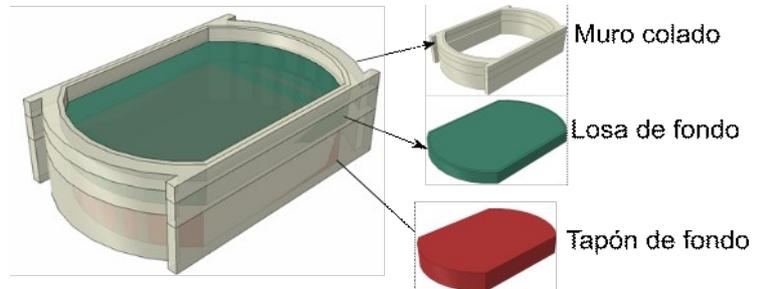


Figura 1. Obra del tapón y la losa de fondo (superior), modelo numérico (inferior)

Como resultado del análisis térmico se obtuvo en el caso del tapón de fondo que los valores máximos de temperatura ocurren a los 3 días en el centro del tapón y a los 8 días en el borde y el equilibrio térmico se alcanza a los 180 días, para todas las temperaturas de colocación analizadas. En el caso de la losa de fondo las mayores temperaturas tienen lugar en el centro de la misma, en particular al considerar una temperatura de colocación de 25°C. En la figura 2 se observan los contornos de temperatura obtenidos tanto para la losa como para el tapón de fondo

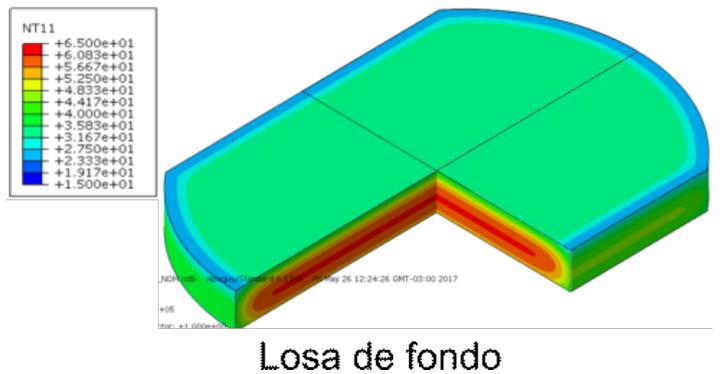
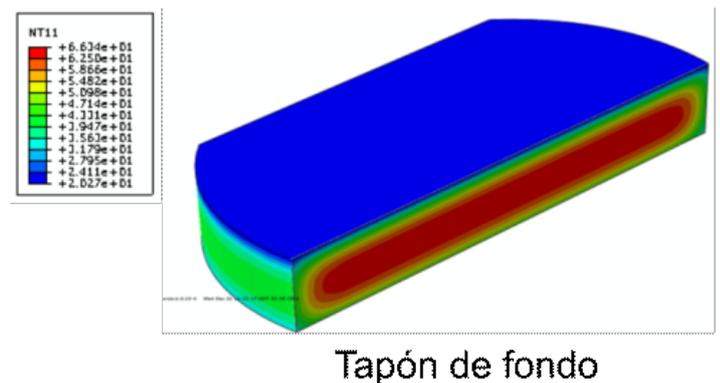


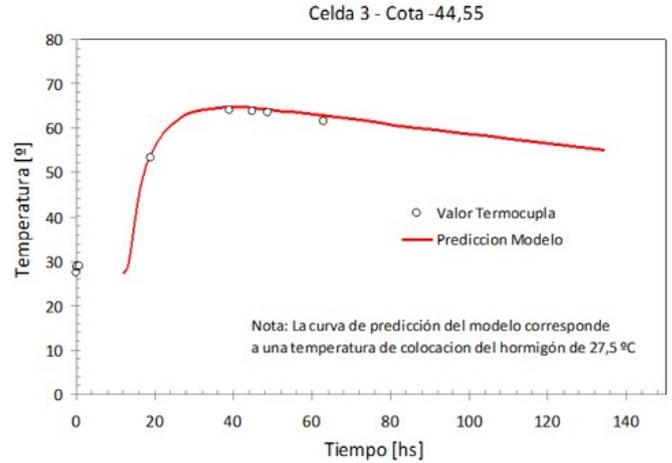
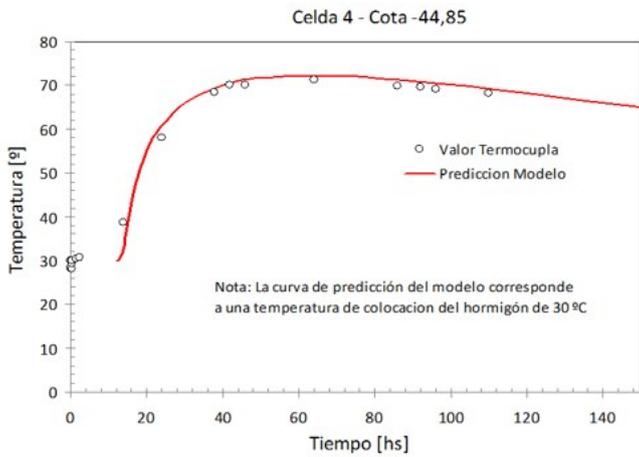
Figura 2. Contornos de temperatura para la losa y el tapón de fondo



En el caso del tapón de fondo se colocaron termocuplas en

obra para el registro de temperaturas, en la Figura 3 se observa que los resultados del modelo numérico se ajustan adecuadamente a los obtenidos en obra.

Figura 3. Comparación entre las curvas de evolución de temperatura del hormigón predichas con el modelo térmico y valores de temperatura medidos con termocuplas embebidas en el hormigón

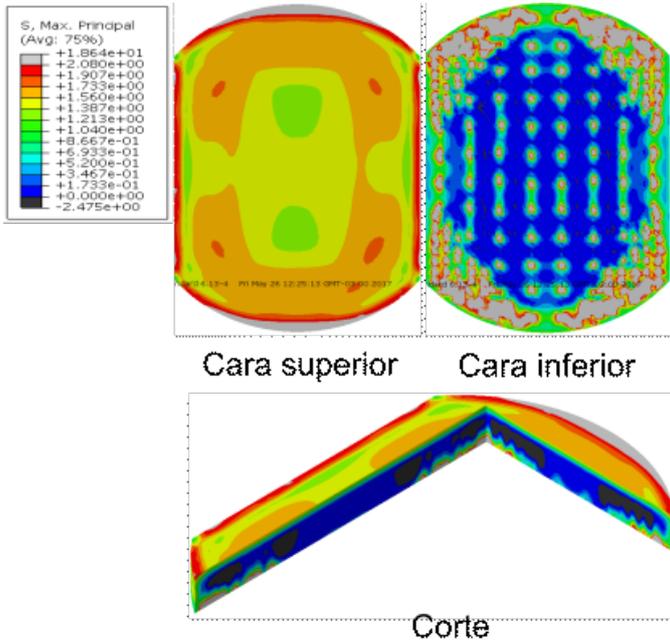


Como resultado del análisis mecánico se observó que en la cara superior del tapón de fondo las tensiones principales máximas superan la resistencia a tracción del material en el rango de 3 a 4 días luego el inicio del hormigonado, lo mismo ocurren en la cara inferior pero en el rango de 4 a 6 días, para todas las temperaturas de colocación analizadas. A su vez se pudo estimar que la profundidad de la zona traccionada era de 50cm respecto de los bordes superior e inferior, como se observa en la Figura 4 derecha, donde la zona comprimida se encuentra representada en color negro.

En la cara superior de la losa de fondo las zonas en donde se supera la resistencia a tracción se presentan en los extremos de la misma y en la cara inferior aparecen en correspondencia con los anclajes, en particular el tamaño de estas zonas es mayor cuando aumenta la temperatura de colocación. En la Figura 4 izquierda estas zonas están representadas en color gris. A su vez se observó que la profundidad de las zonas traccionadas es despreciable en la cara superior, pero en la cara inferior alcanza una profundidad de 27cm



# HORMIGON



## Losa de fondo

Figura 4. Contornos de tensiones principales losa de fondo (izquierda), tapón de fondo (derecha)

A partir de l análisis numérico se pudo determinar que las máximas temperaturas en el hormigón se alcanzan los primeros días luego del hormigonado, independientemente de

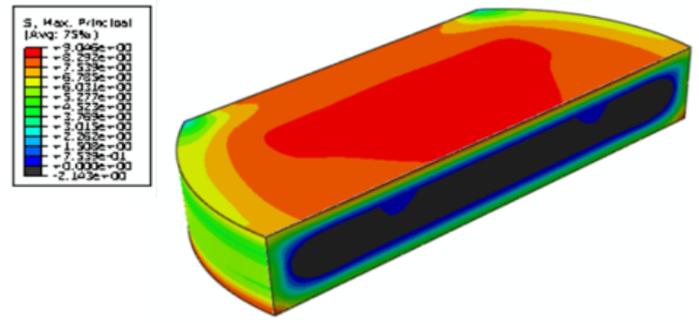
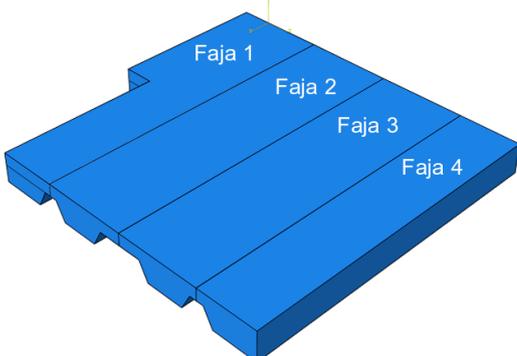
las temperaturas de colocación analizadas, y que en el tapón de fondo aparecerán fisuras en el rango de 3 a 6 días, pero las mismas son superficiales. En el caso de la losa de fondo se generarán fisuras en los extremos de la cara superior y en la cara inferior en la zona de anclajes debido a la concentración de tensiones, y en este caso también serán fisuras superficiales. Como resultado se observa que las fisuras generadas no afectarán el comportamiento estructural y pueden tomarse medidas para reducir su aparición.

### Base de fundación en provincia de Neuquén

El objetivo de la simulación numérica consistía en determinar la secuencia de hormigonado más adecuada para una base de fundación ubicada en la

provincia de Neuquén, cuyo modelo numérico se muestra en la Figura 5. Se pretendía determinar si resultaba más conveniente hormigonar siguiendo la secuencia 1-2-3-4 o 1-3-2-4, además de establecer el tiempo más adecuado entre hormigonado de una faja y la siguiente.

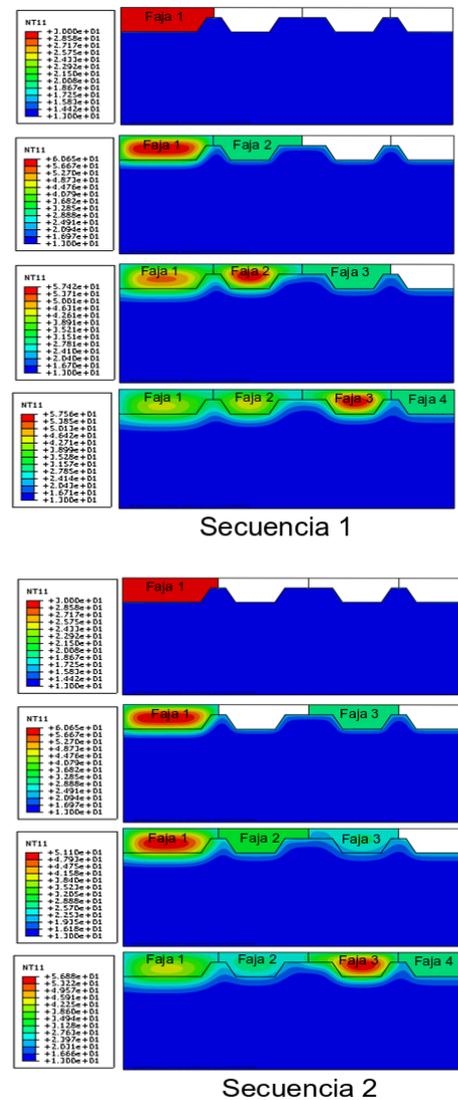
Figura 5. Modelo numérico de la base de fundación



## Tapón de fondo

A partir del análisis térmico, Figura 6, se determinó que la secuencia de hormigonado 1-3-2-4 era la más adecuada, ya que las máximas temperaturas alcanzadas en este caso eran menores que para la otra secuencia propuesta.

Figura 6. Contornos de temperaturas para las secuencias de hormigonado analizadas

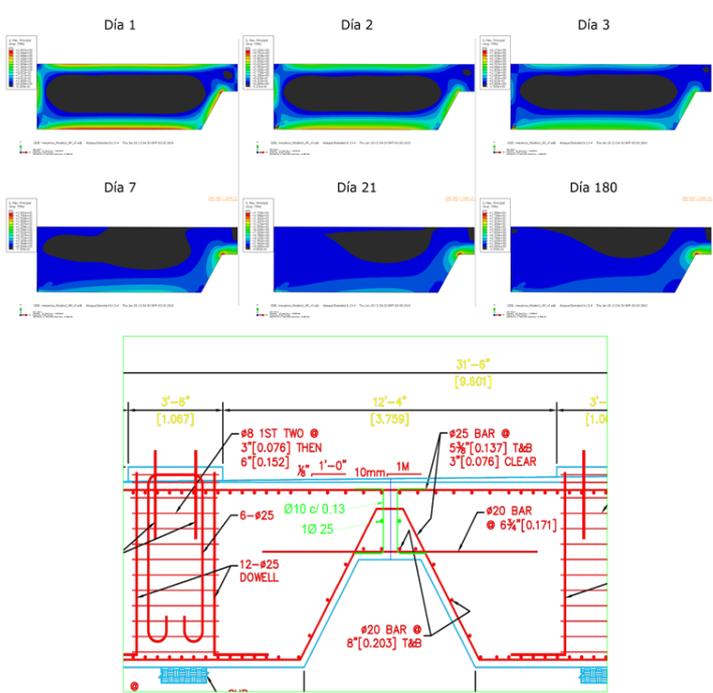


→ x

A partir del análisis tensional se determinó que las zonas más comprometidas en cuanto a niveles tensionales y posible desarrollo de fisuras las constituían los puntos angulosos y las juntas entre fajas. Por este motivo se propuso una posible distribución de armaduras para las juntas con el objetivo de reducir la fisuración. En la Figura 7 se muestra la

evolución del análisis tensional para la faja 1, en donde las zonas comprimidas se representan en color negro, (superior) y la distribución de armadura propuesta (inferior).

Figura 7. Estado tensional faja 1 (superior), distribución de armadura propuesta (inferior) Bases de fundación en provincia de Buenos Aires



El objetivo del modelo numérico consistía en verificar la correcta realización del proceso de hormigonado efectuado en obra, para lo cual se llevó a cabo el análisis térmico de la base de fundación considerando las condiciones ambientales de la obra: temperatura ambiente, velocidad del viento, temperatura de colocación del hormigón. En la Figura 8 (izquierda) se observa la base de fundación luego del hormigonado y el modelo numérico (derecha)

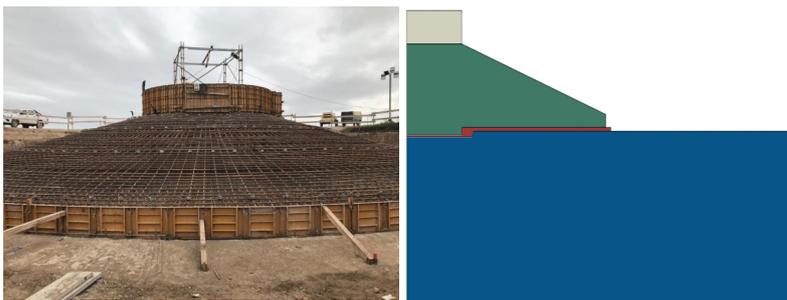
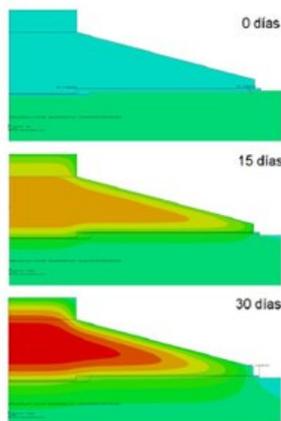
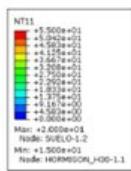


Figura 8. Base de fundación en obra (izquierda), modelado de la base de fundación (derecha)

Para el análisis térmico se realizaron simulaciones por un lado considerando la curva de elevación adiabática del hormigón como estado de cargas y por otro lado sin tenerla en cuenta, con el objetivo de representar una condición extrema en donde no se tomaran las medidas de protección en el caso de hormigonado en clima frío.

Figura 9. Evolución térmica de la base de fundación



Se observan los contornos de temperaturas para diferentes edades, las máximas temperaturas se alcanzan en el centro de la base.

A partir del análisis térmico se determinó que solo se producía congelamiento en una profundidad muy poco significativa en relación a las dimensiones de la base, incluso bajo condiciones de hormigonado desfavorables, como es el caso de no tomar medidas de protección adecuadas, esto puede observarse en la Figura 10, donde la zona de congelamiento se indica en color negro, a la izquierda se observan los resultados de la simulación considerando las medidas de protección y a la derecha sin tenerlas en cuenta.

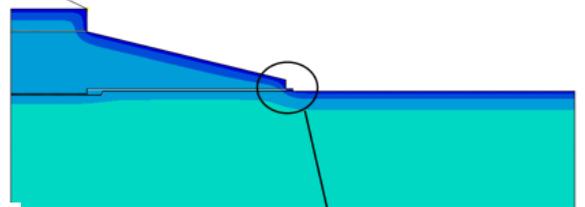
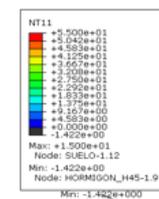
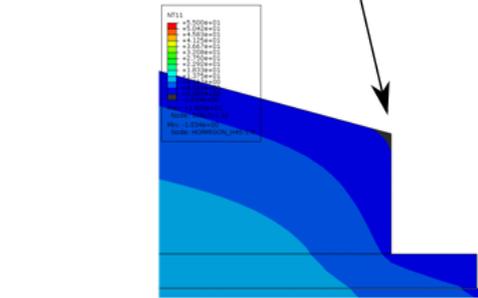
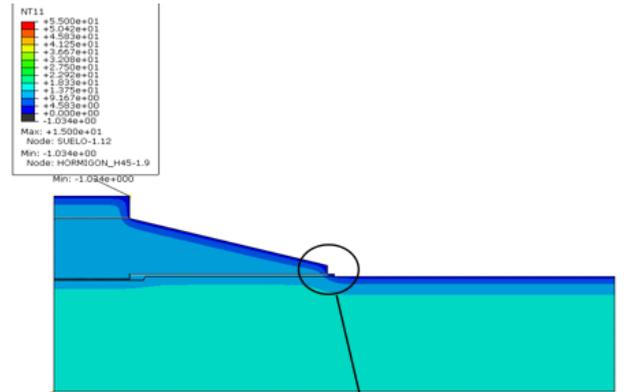


Figura 10. Evolución térmica de la base de fundación bajo condiciones extremas, adop-

tando medidas de protección (izquierda) sin adoptar medidas de protección (derecha)

## Presas en provincia de Santa Cruz

En este caso se analizó la secuencia de hormigonado considerando hormigones con distinto contenido unitario de cemento y distintos momentos de inicio de la obra, invierno o verano, con el objetivo de determinar la condición más favorable para la ejecución de la misma. En la Figura 11 se observa el modelo digital de la presa (izquierda) y el modelo numérico (derecha).

Figura 11. Modelo digital de la presa (izquierda), modelo numérico (derecha)



A partir del análisis térmico evolutivo se observó que las temperaturas máximas alcanzadas considerando los distintos contenidos unitarios de cemento y distintos tiempos para el inicio de la obra son similares. En la Figura 12 se presenta el análisis térmico evolutivo de la presa

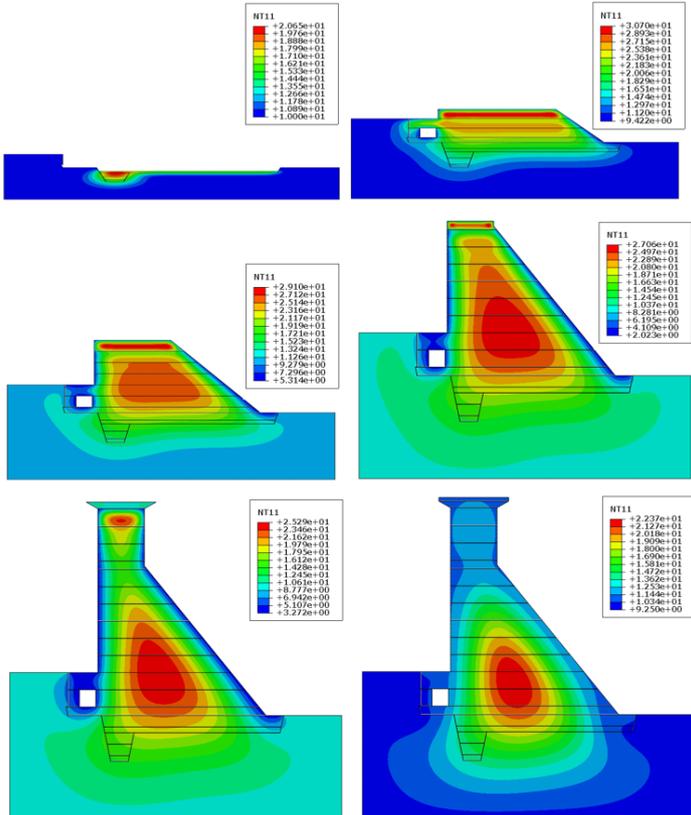


Figura 12. Análisis térmico evolutivo de la presa

Los resultados del análisis mecánico muestran que si bien en todos los casos analizados en algún punto de la estructura se supera el valor de la resistencia a tracción generando fisuras horizontales, zonas grises en la Figura 13, cuando se realiza el hormigonado cada 15 días el estado tensional desarrollado en la estructura resulta ser el más favorable.

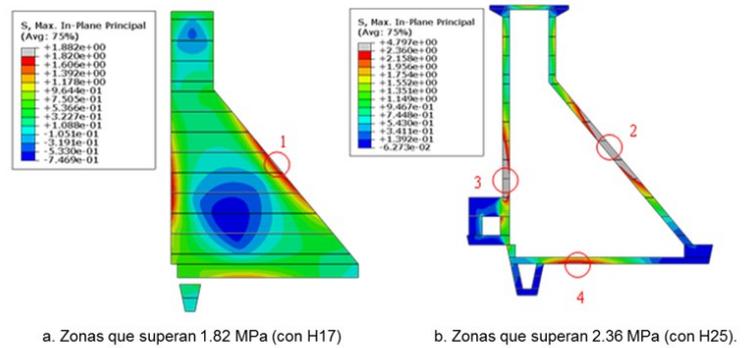


Figura 13. Estado tensional de la presa

## Conclusiones

En obras de gran envergadura de hormigón masivo, como presas y bases de fundación, la fisuración de origen térmico es un problema de considerable importancia. La simulación numérica del proceso de hormigonado en este tipo de obras constituye una poderosa herramienta, ya que pueden analizarse diversas alternativas en cuanto al diseño de las mezclas (contenido unitario de cemento), época del año más conveniente para la realización de la obra (invierno o verano), duración del proceso de hormigonado (tiempo transcurrido entre la realización de una tongada y la siguiente), comportamiento de la estructura frente a condiciones extremas (congelamiento, máximas temperaturas), ubicación de las posibles zonas fisuradas. La disponibilidad de información tan valiosa permite tomar medidas preventivas frente a la posible generación de fisuras, lo cual se traduce en una reducción de los costos de reparación y mantenimiento, los cuales resultan ampliamente significativos en este tipo de estructuras.

## RESEÑA DE LOS AUTORES

### **María Paula Zappitelli.**

Ingeniera civil, estudiante de la carrera de doctorado de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, docente del Área Estructuras en la Facultad de Ingeniería de la UNLP, investigadora de la UNLP.

### **Ignacio Villa.**

Ingeniero en construcciones, doctor en ingeniería por la Universidad Carlos III de Madrid, director ejecutivo del Departamento de Construcciones de la Facultad de Ingeniería-

UNLP, profesor del Área Estructuras en la Facultad de Ingeniería de la UNLP, investigador de la UNLP.

### **Claudio Rocco.**

Ingeniero civil, doctor en ingeniería por la Universidad Politécnica de Madrid, profesor del Área Materiales en la Facultad de Ingeniería de la UNLP, investigador de la UNLP.



## REFERENCIAS

- ACI. ACI 207.2R-07 Report on Thermal and Volume Change Effects on Cracking of Mass Concrete. American concrete institute, 2007.
- ACI. Control of cracking in concrete structures (ACI 224R-01). American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2001.
- Metha P.K. y Monteiro P.J.M. Concreto, estructura, propiedades y materiales. Instituto mexicano del cemento y del concreto, A. C., 199



Ingeniería



Arquitectura



Agrimensura



Geología



Laboratorio de agua

E-mail: [jlmconsultoresasociados@gmail.com](mailto:jlmconsultoresasociados@gmail.com)

Web: [jlmconsultoresasociados.com](http://jlmconsultoresasociados.com)

Tel: 2215946694

# EL PROYECTO ANDES: CONSTRUCCION DE UN LABORATORIO SUBTERRANEO

ADYACENTE AL COMPLEJO CARRETERO BIOCEANICO AGUA NEGRA.

**Por el Dr Osvaldo Civitarese**

Departamento de Física.  
Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata; Instituto de  
Física. CONICET/UNLP.  
Co-Responsable del Proyecto ANDES.

## Que es ANDES ?

Es una iniciativa, que ya tiene status de proyecto consolidado, que propone la construcción de un laboratorio subterráneo, debajo de la Cordillera de los ANDES, debajo del paso de Agua Negra, que es un paso sobre nivel que une la provincia de San Juan (Rodeo) con Chile (La Serena).

Se trata de aprovechar la construcción del emprendimiento binacional Túnel de Agua Negra, que consiste en la construcción de dos túneles carreteros paralelos, de unos 14 km de longitud, a unos 3500 metros sobre el nivel del mar. Esta obra es parte del complejo denominado corredor bioceánico, en el que también esta interesado Brasil. La gestión de este emprendimiento (Túnel de Agua Negra) corresponde al ente binacional EBITAN, integrado por parlamentarios chilenos y argentinos. Es-

pecíficamente, ANDES consistirá en un túnel de servicio, anexo al complejo vial, desde donde se accederá a un sistema de cavernas subterráneas y pozos, todos ellos dotados de terminación adecuada con hormigón de ultra-baja radiación, aislación, regulación térmica y de humedad y presurización positiva. En estos ambientes se ubicaran detectores, computadoras, cámaras limpias y sistemas de monitoreo. El complejo estará separado del túnel carretero y aislado mediante compuertas de seguridad para evitar riesgos operativos generados en el tránsito. El requerimiento de potencia para el funcionamiento del laboratorio esta de acuerdo a las dimensiones del sistema previsto para alimentar a los túneles carreteros. La ingeniería de detalle de ANDES lo posiciona entre los mas evolucionados (sino el mas evolucionado) hasta el momento en este tipo de construcciones.



**RESUMEN**

En este artículo presentaremos algunos aspectos relacionados con el Proyecto ANDES.

Haremos un breve recorrido sobre la física relacionada con ANDES para luego describir el diseño y la ingeniería de detalle relacionados con el proyecto.

**Introducción:**

El conocimiento actual referido al Universo que nos rodea y del que somos parte, naturalmente, se puede resumir en términos de las llamadas partículas elementales y sus interacciones. A partir de las observaciones directas de estas interacciones el modelo aceptado hasta el momento incluye la teoría de las interacciones fuertes, la llamada Cromodinámica Cuántica (QCD), la teoría de las interacciones electrodébiles y la gravitación, cuya unificación con las otras interacciones aun no se logra formular, a pesar de diversos intentos basados en la teoría de cuerdas o en conjeturas basadas en correspondencias entre diversas representaciones. Todo lo observado, en consecuencia, interactúa con formas conocidas de la materia y de la antimateria, emite radiación o gravita en presencia de cuerpos masivos. A pequeña escala hablamos de formas tales como átomos y moléculas y sus diferentes estados de organización. A gran escala hablamos de estrellas, cúmulos estelares, galaxias, agrupamiento de galaxias y miremos a donde miremos vemos mas o menos lo mismo. Sin embargo, eso que vemos es apenas una parte minúscula del todo. Existen otras formas de materia y energía (la materia oscura y la energía oscura), aun desconocidas para nosotros, en lo que significa mas del 90 por ciento de la materia y energía necesarias para explicar la actual velocidad de expansión del Universo y las curvas de rotación de sistemas binarios. Lejos de ser el Universo perfecto, inmutable, tal como lo pensaban los primeros filósofos, el Universo es un siempre cambiante escenario donde nacen y mueren estrellas, se forman elementos pesados y ocurren eventos tan singulares como la formación de agujeros negros, la emisión de radiación y de partículas ultraenergéticas vía mecanismos aun desconocidos. Estos fenómenos de alta energía superan en varios ordenes de magnitud las energías disponibles en la Tierra, aun en grandes aceleradores como el LHC (Large Hadron Collider) del CERN. La determinación de las propiedades de estas formas desconocidas de materia y energía requiere del desarrollo de la llamada física sin aceleradores, donde se trata de distinguir señales relacionadas con la existencia de estas otras formas aun desconocidas de materia. La superficie de la Tierra es permanentemente bombardeada por partículas producidas por reacciones que tienen lugar en el Sol (la estrella mas próxima) tanto como en fuentes distantes (centros ga-

lácticos activos).

La intensidad de esta exposición a la llamada radiación cósmica disminuye considerablemente si movemos los instrumentos de observación debajo de la superficie terrestre. La aislación que provee la estructura rocosa de la Tierra se mide en el equivalente a metros de una columna de agua. Laboratorios existentes en el hemisferio norte, tal el caso de SNO (Canadá), Homestake (USA), Modane (Francia), Gran Sasso (Italia) ocupan construcciones pre-existentes, como túneles ferroviarios, túneles carreteros o minas de hierro, oro, etc. El proyecto ANDES se encuadra en esta línea de acción, tiene como objeto proveer del entorno requerido para realizar mediciones de muy baja relación señal/ruido en condiciones de máxima aislación con respecto a la radiación cósmica.

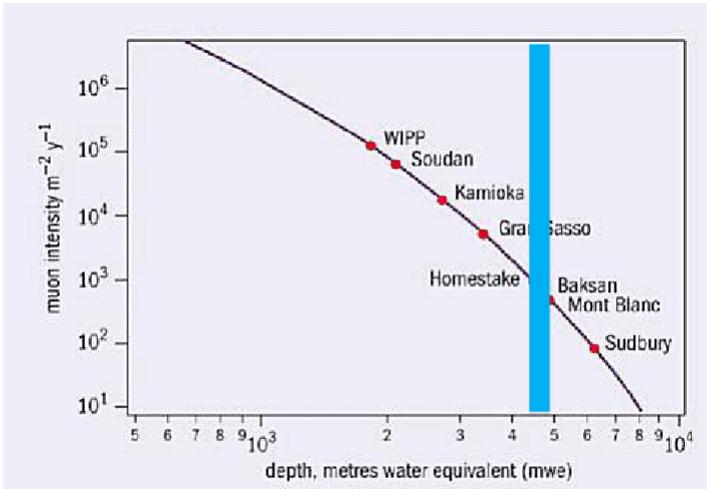
**Que ventajas ofrece ANDES desde el punto de vista científico?**

Desde hace ya décadas, la realización de mediciones físicas en condiciones de baja exposición a la radiación cósmica llevó a la construcción de laboratorios subterráneos (Gran Sasso en Italia, Modane en Francia, Camfranc en España, SNO en Canadá, Homestake en USA, etc). Todos estos emprendimientos han correspondido al hemisferio norte y con pocas excepciones (mina el Teniente en Chile, Sierra Grande en Argentina, Johannesburg en Sud Africa) algunos experimentos subterráneos se han llevado a cabo en el hemisferio sur. ANDES será entonces el primer laboratorio subterráneo de gran envergadura en el hemisferio sur.

Desde el punto de vista de la física actual, la detección de posibles componentes de la materia oscura, la determinación de las propiedades del neutrino, el estudio de procesos astrofísicos exóticos, y la medición de efectos asociados a la exposición (o ausencia) de radiación sobre sistemas físicos complejos, están entre las actividades de mayor interés. Todas ellas requieren de condiciones de aislación extrema respecto a la radiación cósmica. La roca es un elemento que modera tal exposición a la radiación cósmica y cuanto mas profundo se ubiquen los detectores en la roca mejor será el blindaje respecto a los rayos cósmicos. En el sitio de ANDES, la montaña se eleva unos 1700 metros sobre los túneles, lo que significa un grado de blindaje a la radiación que coloca a ANDES entre los tres primeros laboratorios del mundo en esas condiciones (blindajes del orden de los 4000 metros en equivalente a columna de agua) (Figura 1)

Entre los experimentos previstos están la colocación de módulos para la medición de materia oscura (similares a los existentes en este momento en Europa), módulos para la detección de neutrinos en decaimientos exóticos (similares a los existentes en USA, Europa y Japón). Se prevee el diseño y la construcción de un detector latinoamericano (experimentos destinados a medir oscilaciones

de neutrinos) y la realización de emprendimientos a largo plazo en áreas de biología (estudio de efectos de la radiación sobre células, tejidos y organismos), tecnología de materiales (crecimiento de cristales, polímeros y nuevos materiales en condiciones de baja radiación), estudios de movimientos sísmicos (sismología de alta frecuencia), además de los referidos estrictamente a física y astrofísica.



**Figura 1: blindaje (en unidades de metros-equivalente-agua) de los laboratorios subterráneos existentes. La franja vertical indica el blindaje esperado en ANDES-**

**-Que ventajas ofrece ANDES desde el punto de vista económico?**

La existencia de un complejo de estas características es un motor para diversas actividades económicas. Miremos, por ejemplo, el caso de Europa, donde los emprendimientos científicos del CERN se han reflejado en el desarrollo de tecnologías de nuevos materiales, comunicaciones, aplicaciones biomédicas y químicas, etc. El potencial es realmente significativo y sin duda es el primero de esta naturaleza en la región. Se espera la radicación de industrias de apoyo, ya que la realización de los experimentos en ANDES requiere de tal apoyo (elaboración de componentes eléctricos y electrónicos, sistemas de vacío, sistemas de refrigeración, control de aguas, monitoreo de radiación, comunicaciones a distancia, control a distancia de dispositivos experimentales, elaboración de materiales de alta pureza química, etc).

**-Que ventajas ofrece ANDES desde el punto de vista de la integración regional?**

Múltiples, ya que apunta a diversos aspectos: académicos (integración de universidades y grupos de trabajo, con desarrollo de nuevas carreras y especializaciones), sociales (movilidad e integración de comunidades locales), y políticas, ya que se espera conformar un Consorcio Internacional, el CLES, que será la semilla local de un esquema tipo CERN, donde los países integrantes participaran de manera activa en la gestión, coordinación y determinación de las líneas de investigación de ANDES, de

acuerdo a sus respectivas legislaciones y estructuras. La idea básica aquí es que se integre este Consorcio de manera efectiva y que a partir de la agenda del mismo se desarrollen ANDES y las demás iniciativas que puedan surgir. Como se puede ver, este no es un proyecto para unos pocos científicos sino que realmente tiene como horizonte, en décadas por venir, la integración científica de la región, para transformarla en algo atractivo para los jóvenes, competitiva desde el punto de vista científico y útil (vía la transferencia de conocimientos y la radicación de nuevas tecnologías e industrias) desde el punto de vista social. Como desarrollo lateral se espera motivar el crecimiento de la industria hotelera a ambos lados del túnel.

**-Cual es el cronograma previsto?**

La duración de la obra se estima en unos 5-6 años (túnel), llegándose al sitio de ANDES al cabo de unos dos años de comenzada la obra (cuya iniciación se prevee del lado chileno). El laboratorio contará con dos terminales de apoyo, una de cada lado del túnel, que se utilizarán como lugares de pre-montaje de los experimentos, etc.

**-Cual es el monto estimado de la obra?**

El costo estimado del complejo carretero (túnel de Agua Negra) es del orden de 1200 millones de dólares. El costo estimado de ANDES (tenemos planes de mínima y máxima respecto a la dimensión inicial del lab) se sitúa alrededor de los 20 millones (primera etapa, mínima) o 30 millones (construcción inicial completa). En cualquier caso estamos hablando de porcentajes del orden de 2 a 3 por mil del costo de la obra civil.

**-Como se financiara?**

La ingeniería financiera del complejo esta a cargo del EBITAN. Nuestra gestión apunta ahora a la consideración del costo de construcción de ANDES como ampliación del costo de la obra civil.

Esta gestión es esencial, para no involucrar en esta etapa dinero proveniente de la financiación específica de actividades científicas, tanto en Chile como en Argentina.

**-Que pasos se han dado para la elaboración del proyecto?**

El proyecto ha sido presentado al Ministerio de Ciencia, Técnica e Innovación Productiva (MINCYT) de Argentina. Este ministerio designó una comisión específica (Comisión Asesora de Grandes emprendimientos) y dicha comisión analizó ANDES junto a otros proyectos. El resultado de la evaluación determinó que ANDES fuera considerado en primer lugar en la agenda de grandes emprendimientos de dicho ministerio. Desde hace ya varios años se han desarrollado reuniones de trabajo internacionales sobre ANDES (Bs As (2011,2016), Chile (2012), Brasil (2013,2018), México (2014) ) y el proyecto ha sido pre-

sentado en diversas reuniones internacionales relacionadas con la medición de materia oscura y neutrinos. Existen ya al menos tres publicaciones en revistas internacionales referidas a ANDES. Durante estos años se ha conformado un comité de gestión, integrado por colegas chilenos (Claudio Dib), brasileños (Ronald Sheelar), mexicanos (Juan Carlos Dolivo), quien les habla (Osvaldo Civitarese), siendo Xavier Bertou el coordinador de dicho comité. Hemos recibido las opiniones de varios especialistas de reconocido nivel (por ejemplo, los directores de laboratorios subterráneos como SNO y Modane, expertos en campos de materia oscura, física de neutrinos, desarrollos de detectores y tecnologías de materiales). El proyecto también ha recibido el apoyo de instituciones científicas como la Academia Nacional de Ciencias de Argentina, universidades de diversos países de la región y numerosos grupos de trabajo interesados en el proyecto. Recientemente, la CNEA, el CONICET y el Gobierno de San Juan han reiterado su interés en el proyecto de manera muy especial.

Localmente ANDES forma parte de las actividades del Instituto de Física de La Plata (CONICET/UNLP).

### Obra Civil del Laboratorio ANDES en el Túnel Agua Negra

#### 1. Ubicación y emplazamiento

El laboratorio ANDES se ubicará alrededor del km 4.5 del túnel Chile-Argentina, al Sur. En ese punto, se logra una cobertura vertical de roca de alrededor de 1750 m, con un blindaje omnidireccional no inferior a 1670 m. Sin embargo, el punto exacto de emplazamiento dependerá fundamentalmente del tipo de roca que se encuentre en esas profundidades. Se deberán tener en cuenta:

- las características de la roca en el posible lugar de construcción, por sus aspectos geomecánicos respecto a la estabilidad de las cavernas;
- la profundidad del lugar, la cual es esencial para proteger el laboratorio de la radiación cósmica, y la radiactividad natural de la roca en el lugar, dado que la misma tie-

ne una contribución no despreciable en la radiación de fondo esperada en el laboratorio.

En todo caso, se deberá elegir un espacio no muy lejano del punto de máxima profundidad, esto es en el km 4.5 del túnel atravesando el túnel en el sentido Chile – Argentina. (ver figura 2)

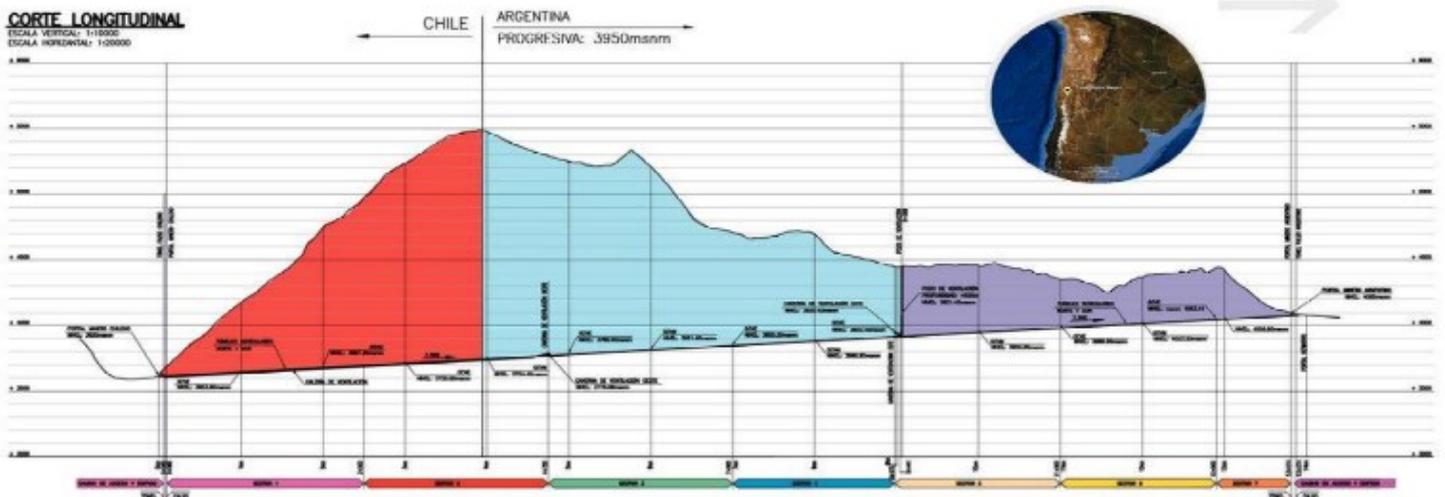
#### 2. Accesos al Laboratorio

Desde el túnel carretero principal, se accederá al laboratorio por mano derecha. La entrada al mismo deberá ser indicada con suficiente antelación, con carteles viales apropiados, y que pongan énfasis en el hecho de que el laboratorio es una instalación científica de acceso restringido. Deberá diseñarse y dimensionarse el ensanchamiento del túnel vehicular para que vehículos de cualquier porte puedan ingresar al laboratorio. En el diseño del acceso deberá tenerse en cuenta, además, suficiente espacio para que un vehículo de cualquier porte que por error haya tomado el desvío de acceso al complejo científico, pueda acelerar y retomar el túnel vehicular. También deberá estudiarse una conexión de seguridad en la zona de emplazamiento del laboratorio para acceder desde el laboratorio al túnel Argentina – Chile en caso de incendio en el túnel Chile – Argentina a la altura del laboratorio.

Un portón (1) mantendrá el acceso al complejo cerrado. Justo después del mismo se instalará una barrera.

En ese punto deberá instalarse una garita y sistemas de control de acceso automáticos y manuales al laboratorio. Pasada la zona de estacionamiento, el túnel de acceso vira 45° hacia al Norte y se ubica en forma paralela al túnel principal. A mano derecha, presenta dos acceso a las instalaciones secundarias (ver puntos 6 y 7). Una primera salida a mano izquierda permite a los automóviles volver al túnel vehicular principal, evitando de esta manera el movimiento de vehículos en las zonas más sensibles del laboratorio. El túnel de acceso continúa entonces hacia el Norte, donde un portón interior (portón de acceso 2) restringe el acceso a las cavernas principal y de servicios (ver puntos 3 y 4). Sólo podrán ingresar a esa zona vehículos de gran porte que transporten los equipos de

Figura 2: corte de la montaña en el sitio de ANDES.



medición. Deberá ser dimensionado para permitir que un camión tipo carretón bajo portando un contenedor marítimo alto de 24 pies de largo pueda ingresar y maniobrar.

En cada caverna un puente grúa será el responsable de la carga y descarga de equipos desde los camiones hacia el interior de las zonas de trabajo. Finalmente, luego de atravesar ambas cavernas el túnel gira hacia la izquierda para empalmar con el túnel principal. Deberá preverse en ambas salidas del complejo (la central vehicular y la posterior para camiones), la instalación de portones (portones de salida 1 y 2 respectivamente) que impidan el acceso al complejo, y una zona de aceleración para que los vehículos salientes puedan unirse al flujo vehicular del túnel principal. (ver Figuras 3 y 4)

### 3. Caverna principal

La caverna principal deberá medir 21 m de ancho por 23 m de alto y 50 m de largo, con una forma ovoide para asegurar la estabilidad estructural. La caverna está situada en la parte central del complejo, y se accede desde su extremo izquierdo siguiendo por el túnel de acceso luego de atravesar el portón de acceso 2. También deberá instalarse un túnel de acceso a la caverna secundaria (ver punto 4) en el extremo derecho de la caverna principal.

En su parte superior cuenta con un puente grúa de 40tn de porte que se desliza en el sentido longitudinal sobre rieles. Deberán preverse la instalación de columnas en algunas vigas para permitir que el puente grúa llegue hasta el túnel de acceso, facilitando así la descarga de los camiones. El aprovechamiento total del espacio disponible se logra haciendo que las vigas principales del puente grúa tengan la curvatura del techo de la caverna. De esta manera, el desplazamiento del carro portante en el sentido transversal deberá ser mediante un mecanismo de cremallera. Un sistema electrónico evitará que la carga útil se desplace verticalmente a medida que el carro portante se desplaza en el sentido transversal.

La zona de emplazamiento de los equipos de medición será rectangular, de 35m de largo por 19m de ancho. El nivel de piso terminado de la zona de equipos estará 3m por debajo del nivel de referencia de la caverna (nivel de piso del túnel de acceso). La altura de 23m mencionada anteriormente se calcula desde el nivel de piso terminado de la zona de equipos. De esta manera, se aprovecha la curvatura de la caverna para disponer de una plataforma perimetral de acceso con una altura de 3m. Deberá preverse la instalación de barandas de seguridad removibles a lo largo de toda esta vereda perimetral. También debe-

Figura 3: Diseño del Laboratorio (variante A)

## Conceptual Design (by Lombardi): Ventilation

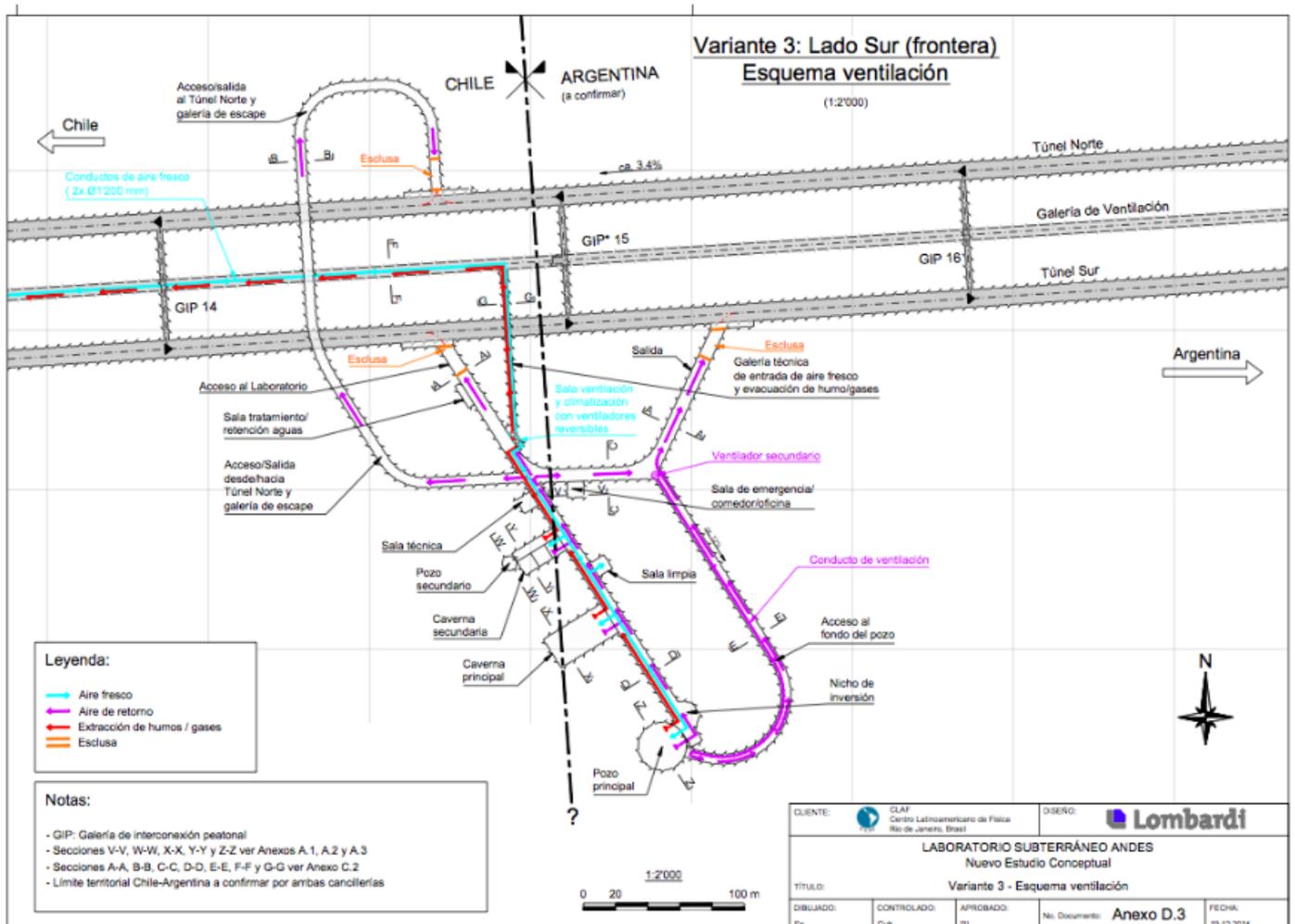
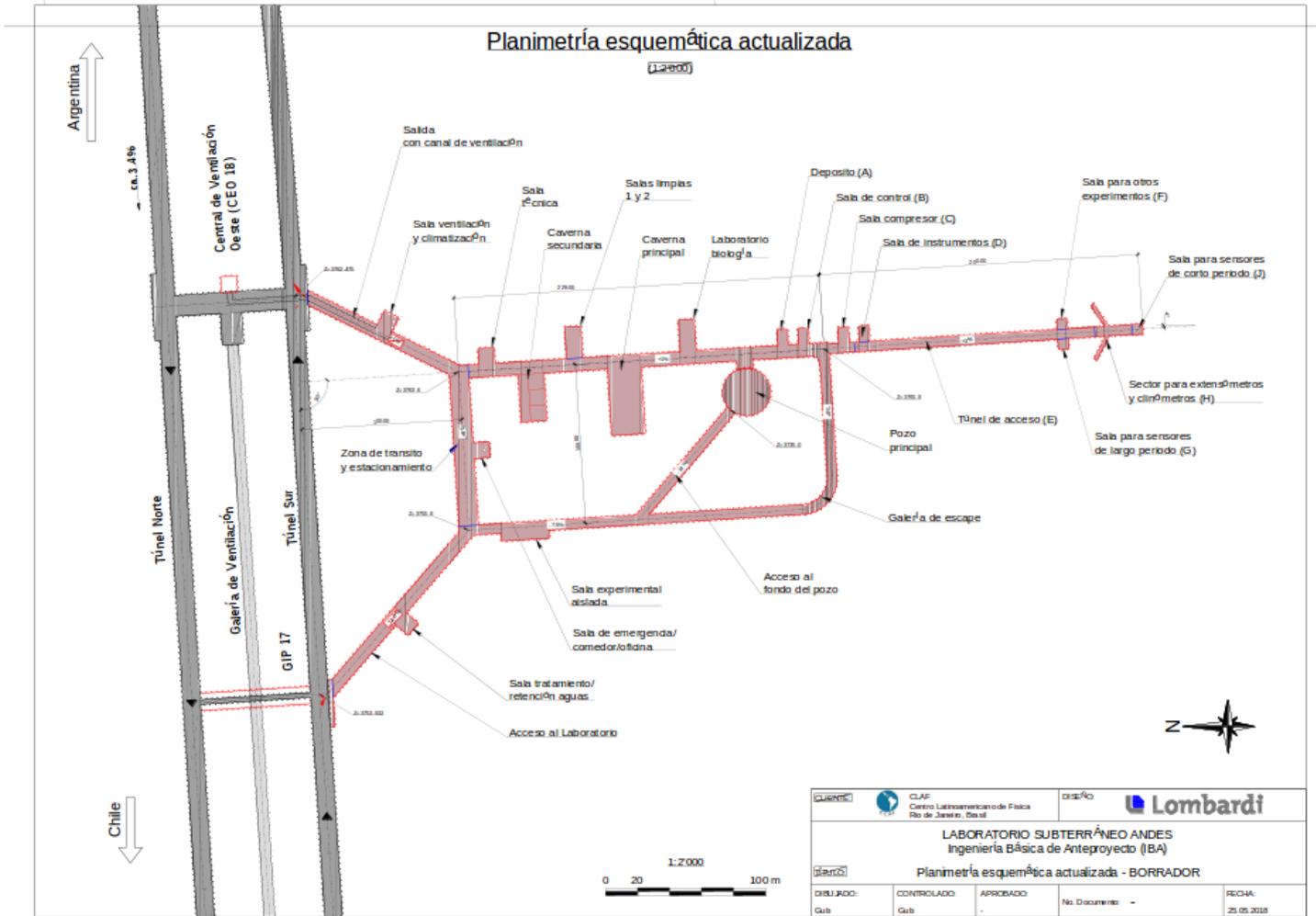


Figura 4: Diseño del Laboratorio (variante B)



rá preverse la instalación de una rampa móvil para que un auto-elevador o equipo similar pueda ingresar a la zona de equipos, sin que ocupe espacio útil.

La zona de equipos deberá contar con un sistema de drenaje que permita canalizar eventuales pérdidas de líquidos hacia canaletas laterales longitudinales, y un sistema de bombeo acorde para el desagote de las mismas. El líquido recolectado deberá ser dirigido hacia la caverna de servicios (ver punto 4). Tableros eléctricos convenientemente distribuidos permitirán la conexión de los equipos a la red eléctrica del laboratorio. También debe preverse la instalación de líneas de baja potencia, redes de comunicación y sincronización, aire comprimido, agua, y servicios.

#### 4. Caverna de servicios

La caverna de servicios mide 40m de largo por 16m de ancho y 14m de alto de forma ovoide para asegurar la estabilidad estructural. En este caso no es necesaria la existencia de una depresión central. Al igual que la caverna principal, esta caverna cuenta con un puente grúa con las mismas especificaciones que la anterior, pero con un porte menor de 20tn.

Si bien se prevé la instalación de equipos de mediciones, la función principal de esta caverna es la de albergar a los equipos de servicios para el laboratorio y proveer oficinas. En particular, en la caverna de servicios se instalarán: equipos de ventilación principales. Deberán dimensionarse para renovar el volumen total del laboratorio al menos una vez por hora. En este sistema se incluirá el filtrado de radón en el aire del laboratorio; equipos de aire acondicionado para mantener todo el laboratorio a una temperatura promedio de 21 grados centígrados. Deberá ser dimensionado para permitir mantener la temperatura cuando el laboratorio esté en su consumo pico de 2MW. La humedad relativa ambiente deberá ser determinada de manera de no afectar el funcionamiento de los equipos, pero en ningún caso podrá estar por fuera de los límites estándar establecidos para el confort higrotérmico humano; equipos de alimentación y generador eléctrico para proveer a los laboratorios de energía eléctrica. Se instalará un banco de baterías para alimentar líneas específicas de baja potencial que protegerán al equipamiento crítico contra posibles cortes de electricidad; tanques de almacenamiento y planta de tratamiento de agua y efluentes; centro de almacenamiento y procesamiento de datos; centro de comunicaciones (telefonía, internet, etc.); ali-

mentación de servicios básicos a los experimentos: aire comprimido, agua, datos, comunicaciones, etc. botiquín médico equipado para la atención en caso de accidente laboral como en caso de mal de altura; sistemas mixtos de control de incendios .

La potencia máxima total requerida para el laboratorio será de 2MW. En caso de emergencia solo una pequeña fracción será necesaria, dado que se apagarían la mayoría de los sistemas primarios. La mitad de la potencia será requerida para el sistema de ventilación y de aire acondicionado. La otra mitad quedará a disposición de los experimentos. El sistema de ventilación deberá mantener el laboratorio con bajos niveles de radón. Se deberá recircular por el sistema de filtros el volumen total del laboratorio por lo menos una vez cada hora. Además de distribuir aire libre de radón en las cavernas, el sistema de ventilación contará con un sistema de monitoreo de la calidad del aire. Al igual que en otras instalaciones de sala limpia, una leve sobre-presión interior en el complejo permitirá mejorar la limpieza de las cavernas. Se debería obtener naturalmente por el flujo de aire circulando por el laboratorio.

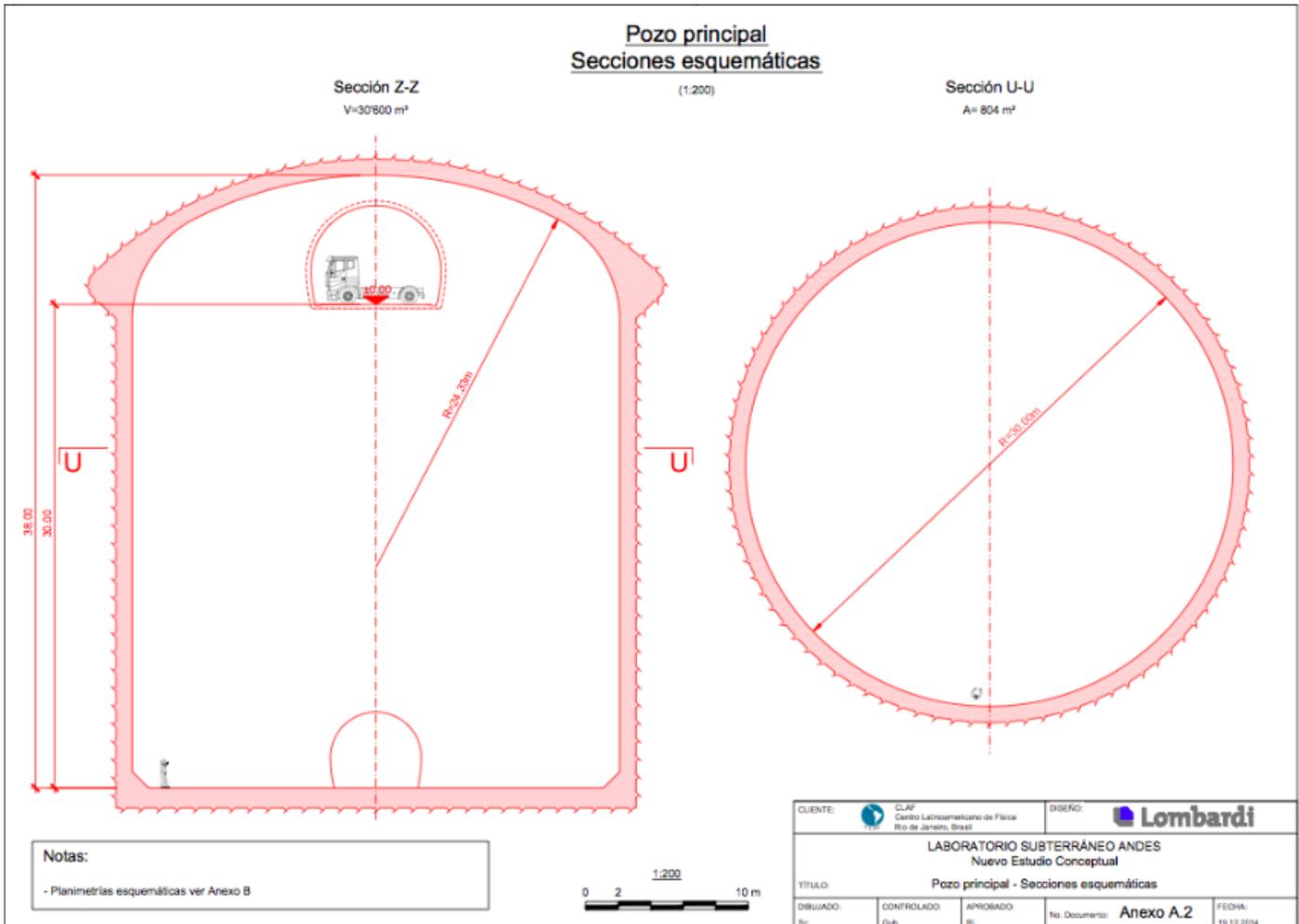
El aire entrante al laboratorio provendrá del exterior del túnel Agua Negra, y será transportado utilizando un ducto estanco de acero inoxidable o material similar para evitar que se contamine con el radón que se acumula en el interior del túnel vehicular. Probablemente, el mejor lugar para la instalación de este ducto sea el mismo túnel de ventilación del túnel vehicular. Por lo tanto, deberá prevverse en el diseño de este último la instalación del ducto de ventilación de ANDES.

El caudal de agua necesario para el consumo del personal y de los equipos de mediciones será de algunos litros por segundo. En el interior de la caverna de servicios se instalará un depósito de almacenamiento de agua de 50m<sup>3</sup>. También se instalará una planta de tratamiento de efluentes para poder evacuar los líquidos servidos en el Laboratorio en pleno cumplimiento de las normas ambientales.

El centro de cómputo deberá contar con una conexión de fibra óptica tanto hacia Argentina como hacia Chile. Se usarán fibras mono-modo redundantes para la conexión a internet, y una adicional para propagar una señal temporal de alta precisión calibrada por GPS. Dos líneas de

Figura 5: Diseño del pozo principal

## Conceptual Design (by Lombardi): Main pit sections



cobre para emergencia deberían ser agregadas para comunicaciones en caso de corte de las conexiones por fibra. El sistema de monitoreo y de seguridad deberá estar instalado en la caverna de servicios y estar fuertemente integrado con el sistema del túnel Agua Negra.

### 5. Pozo principal

Deberá construirse un pozo de gran tamaño, con 30m de diámetro y 42m de profundidad total. Se accede a la parte superior del mismo por medio de un túnel secundario tangencial o central (a determinar) ubicado en el extremo derecho de la caverna de servicios, a una altura de 30m respecto al fondo del pozo. En el interior de este pozo se instalará un experimento de gran tamaño de altísima sensibilidad. Con el fin de minimizar la contaminación de las mediciones con la radiación ambiente, luego de ser instalado el experimento el pozo será llenado con agua hasta una altura de 30m contando desde el fondo del pozo. Para ello deberá incluirse un sistema de bombeo para el llenado y vaciado del pozo. Este sistema de bombeo podría conectarse con la red de incendio del laboratorio, de manera que el pozo actúe también como tanque cisterna para el agua de incendio. Un acceso a la parte inferior deberá estar presente, tanto por razones constructivas del pozo, cómo para la instalación de equipos. El acceso deberá pensarse para poder quedar cerrado una vez el pozo lleno con agua, resistiendo a la presión de 30m de altura de agua.

En la parte superior del pozo, colgado de la bóveda del mismo, se instalará un puente grúa de 20tn de porte que permita ingresar el equipamiento en el interior. Deberá preverse la instalación adecuada para recibir y mantener al equipo de medición en el interior del pozo lleno de agua y sistemas de plataformas y escaleras para acceder al experimento en el interior. Deberá instalarse un sistema de barandas removibles por tramos en la parte superior del pozo. Finalmente, un cordón umbilical estanco llevará líneas de potencia, datos, telemetría, video y eventualmente aire desde el complejo al interior del sistema de medición sumergido. (ver Figura 5)

### 6. Pozo secundario

Un pozo secundario de 9m de diámetro y 15m de profundidad total estará dedicado a mediciones en entornos de muy baja radiación. Al igual que el pozo principal, se accede por un pasillo central a la parte superior del pozo, a una altura de 10m respecto al fondo del pozo. En el interior del mismo se ubicará un recinto apto para mediciones de baja radiación, el cual deberá ser convenientemente soportado para evitar la flotación del mismo, puesto que eventualmente el pozo podría inundarse con agua, en función del tipo de mediciones a realizar en el interior,

para aumentar el blindaje. Un sistema de cañerías estancas llevarán líneas de potencia, datos, telemetría, video y eventualmente ventilación desde el laboratorio hasta el interior del receptáculo de medición. La zona de inunde puede llegar hasta unos 10 metros de altura contados desde el fondo del pozo, y deberán instalarse barandas removibles en la platea de acceso a la zona de inunde.

### 7. Cavernas secundarias

Las instalaciones del complejo se completan con la ejecución de tres cavernas secundarias de 10mx10mx10m. Estas proveerán espacio para experimentos de tamaño menor, oficinas, laboratorios, e instalaciones auxiliares y de servicios para el personal afectado a la operación del laboratorio y visitantes eventuales.

### 8. Terminación

El revestimiento de las cavernas será de hormigón proyectado (shotcrete) de baja radiactividad. Se deberá seguir un protocolo de medición y control de radiactividad en muestras adquiridas sobre el 100% del material a utilizar, aún en instalaciones auxiliares.

Además de tableros de potencia eléctrica, se deberá contar con iluminación, ventilación y comunicaciones del sistema de uso habitual como de los sistemas de respaldo en todas las cavernas y los accesos. En todos los sistemas, deberán utilizarse (o al menos priorizarse en los casos donde no hubiera alternativas técnicamente viables) la utilización de materiales ignífugos, retardantes de llama y aquellos cuya combustión no genere humos tóxicos.

### 9. Tabla de Dimensiones proyectadas.

La Tabla 1 consigna las dimensiones de cada sector y el total de las mismas.

### Conclusiones:

Hemos presentado algunos aspectos relacionados con el proyecto ANDES, que forma parte del plan Argentina 2020. Su construcción y puesta en funcionamiento, junto a la integración de las actividades de investigación propias del laboratorio con ramas diversas de la tecnología, la informática, la ciencia de materiales y la biología, significará un gran aporte a la integración regional y al desarrollo científico tecnológico, como lo han sido el CERN en Europa, el FERMI Lab en USA, SNO en Canadá, Kamio-ka en Japón y mas recientemente el lab ITENBA en Sud-Africa.

## Conceptual Design (by Lombardi): Dimensions

| Objeto  | Longitud [m] | Area sección [m2] | Volumen [m3]   |
|---|--------------|-------------------|----------------|
| <b>Espacios Laboratorio</b>                   |              |                   |                |
| Caverna principal                             | 50           | 530               | 26'500         |
| Pozo principal                                | -            | -                 | 30'600         |
| Caverna secundaria                            | 40           | 233               | 9'320          |
| Pozo secundario                               | -            | -                 | 1'125          |
| <b>Otros espacios</b>                         |              |                   |                |
| Sala emergencia, comedor, oficina             | 10           | 68                | 680            |
| Sala limpia                                   | 10           | 68                | 680            |
| Sala técnica                                  | 10           | 68                | 680            |
| Sala tratamiento aguas                        | 5            | 68                | 340            |
| Sala ventilación                              | 5            | 68                | 340            |
| <b>Accesos y tránsito interno</b>             |              |                   |                |
| Entrada principal                             | 100          | 35                | 3'500          |
| Salida principal                              | 100          | 35                | 3'500          |
| Zona central                                  | 80           | 68                | 5'440          |
| Acceso/salida túnel opuesto/galería de escape | 460          | 20                | 9'200          |
| Acceso al fondo del pozo                      | 250          | 27                | 6'750          |
| Túnel de conexión laboratorio                 | 195          | 49                | 9'555          |
| <b>Otros objetos</b>                          |              |                   |                |
| Bahía salida principal                        | -            | -                 | 600            |
| Bahía acceso principal                        | -            | -                 | 1'200          |
| Bahía acceso/salida Túnel Norte/Sur           | -            | -                 | 1'200          |
| Galería técnica ventilación                   | 100          | 16                | 1'600          |
| <b>TOTAL parcial obra civil</b>               |              |                   | <b>112'810</b> |

Tabla1: dimensiones de ANDES de acuerdo al estudio de ingeniería de detalle realizado por la empresa Lombardi, constructora de grandes obras subterráneas (lab. Del CERN, túneles en China e India, etc)

### Referencias:

The ANDES Underground Laboratory Project O. Civitarese  
Nuclear Physics B. (Proc.Supp.(2015) 1-5



Calle 39 N° 57 Dpto.2 - La Plata - Tel: (0221) 425-0464 - contacto@suring.com.ar - www.suring.com.ar

# El Puerto de Buenos Aires, en la hora del vencimiento de las concesiones de las terminales de contenedores

**Por el Ing. Rodolfo J. Rocca**

Ex Presidente del Centro de Ingenieros

Consortio de Gestión Puerto La Plata



Sin dudas el tiempo pasa, y las concesiones otorgadas en la década de los noventa a las tres Terminales ubicadas en “Puerto Nuevo” del Puerto de Buenos Aires, que movilizan el 57% del tráfico de contenedores del comercio exterior en el AMBA, están en su fecha de culminación en mayo del 2020. Por tal motivo, las autoridades de la AGP han lanzado recientemente los pliegos de bases y condiciones, para un nuevo llamado a licitación pública nacional e internacional, con el objeto de concretar un ambicioso plan que pretende modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de la capital nacional en un próximo período de 35 años con opción a 15 más, otorgando la construcción, conservación y explotación de la misma a un único operador.

La planificación planteada pretende adaptar la infraestructura existente al crecimiento del tamaño de los buques y a las características propias de la logística en el tráfico de contenedores, proponiendo modificar la configuración de las antiguas dársenas por la construcción de muelles corridos y retro áreas de estiba de formas regulares, a efectos de eficientizar la atención de buques en simultáneo del tamaño de los Post New Panamax, el cual se ha tomado como buque de diseño, cuyas dimensiones son de 366 metros de eslora y 51,3 metros de manga (20 filas de contenedores), ingresando al Rio de La Plata con carga parcial del orden del 30% debido a los 34 pies asegurados (10,40 metros), y previendo un calado futuro para las estructuras de muelle a construir de hasta 14 metros de profundidad a pie de muelle.

La propuesta que consta de varias etapas de desarrollo en los 35 años de la concesión, tiende a consolidar el movimiento de cargas contenerizadas hacia la zona norte del Puerto Nuevo, donde se ha construido recientemente el acceso vial principal exclusivo para vehículos pesados, en la zona de la dársena “F” (arenas del PBA) mediante el conocido proyecto del “Paseo del Bajo”; liberando paulatinamente espacios en la zona sur para la atención exclusiva y jerarquizada a los servicios de cruceros, los turistas pasajeros y las actividades conexas, comenzando por el primer espigón al inicio de la concesión y avanzando en las distintas etapas hacia el norte.

Dentro de las distintas etapas temporales se

prevé la construcción de las obras obligatorias exigidas al futuro concesionario, en las cuales se destaca la construcción de una importante “Terminal Exterior” avanzando hacia el Rio de la Plata, sobre en un relleno y escollero de abrigo, que ya ha iniciado la actual Administración con las demoliciones que se han realizado en la CABA y con el aporte futuro de la demolición de los silos de H<sup>º</sup>A<sup>º</sup> de la ex Terbasas en el Espigón 4. La Terminal exterior una vez concluida la última etapa, tendrá muelles corridos de 1.500 metros de longitud capaz de atender a 3 buques de diseño en forma simultaneo, un retro área de 80 hectáreas, dragado a pie de muelles, equipamiento principal mínimo de 12 grúas pórtico a buque y 36 grúas de patio, edificios administrativos, servicios y obras conexas. Todo lo cual redundará en una inversión total del orden de 1.500 Millones de dólares para tener una Terminal con posibilidades operar 3,0 millones de Teus anuales, el triple de lo que opera hoy Puerto Nuevo .

Tal como se ha descripto hasta aquí, el plan luce a toda vista, y reitero, muy ambicioso y las inversiones en obras y equipamientos están programadas en varias etapas. La primera de ellas con vencimiento a los diez años, obliga a trasladar a la terminal exterior las primeras operaciones y liberar el 2do espigón al tráfico de cruceros. Las demás etapas, están ligadas al volumen operado dentro del período de los 35 años. Dado que la concesión se otorga “en funcionamiento” (casi 1 millón de Teus operados en 2018) y a un único operador global internacional, representa un fuerte atractivo para las grandes compañías mundiales del sector, ya que se puede apalancar gran parte de las inversiones obligatoria con el flujo de caja del negocio .

Ahora bien, surgen desafíos a sobrellevar para lograr con éxito el objetivo propuesto, entre los cuales podemos destacar a los siguientes: el momento en que se realiza el llamado a licitación pública nacional e internacional, la situación del comercio exterior argentino, la oferta de terminales en la región y el traspaso de una concesión privada a otra, veamos:

Indudablemente no es el mejor momento, en atención a la incertidumbre del momento. En esta condición, ¿cómo será el plan empresario que presenten los oferentes? Como estimarán los oferentes a la licitación las me-

# ACTIVIDAD PORTUARIA 2018

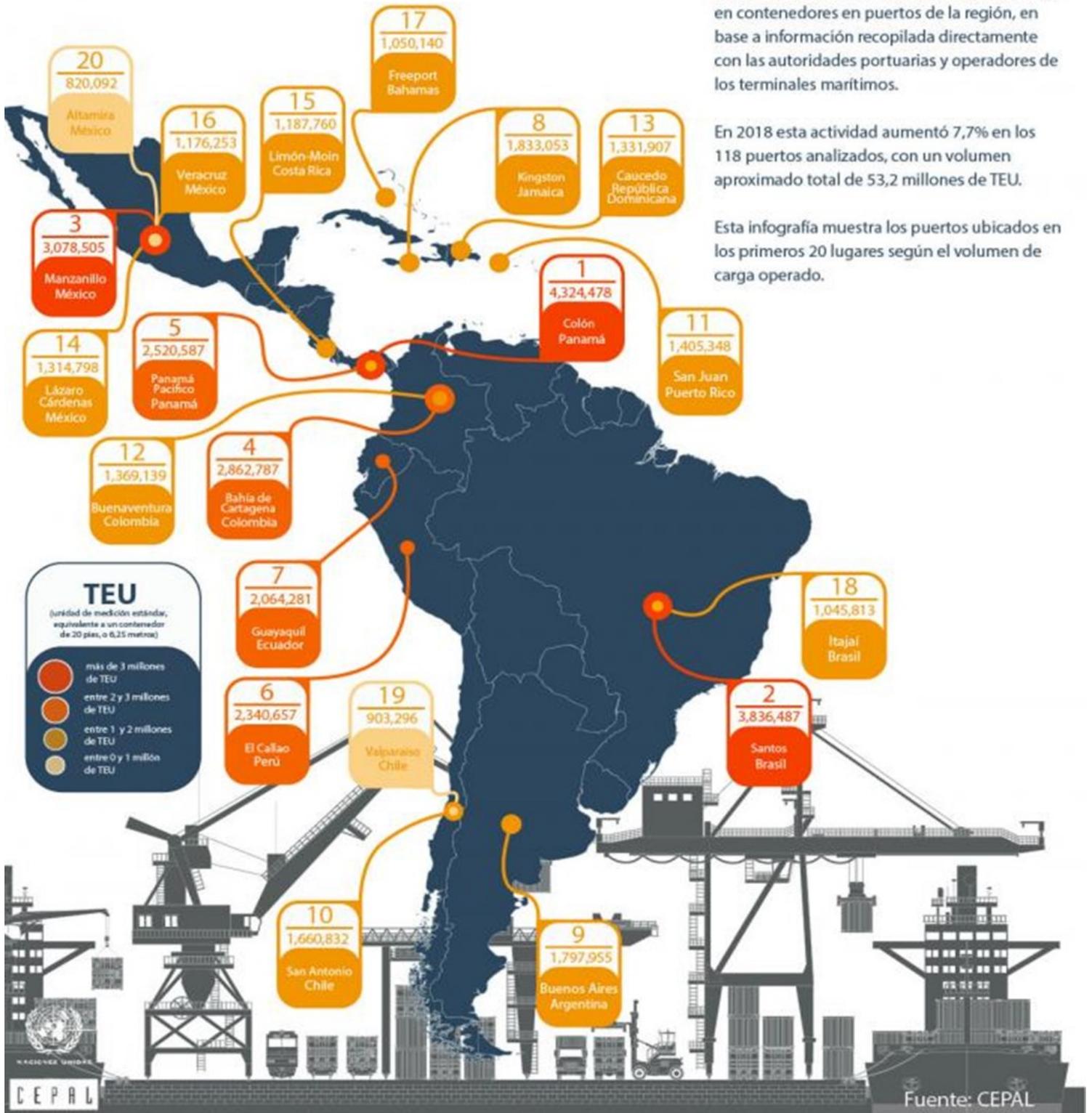
## Los puertos Top 20 en América Latina y el Caribe

### MOVIMIENTO POR ZONA PORTUARIA

La CEPAL elabora cada año un informe que muestra el detalle de los movimientos de carga en contenedores en puertos de la región, en base a información recopilada directamente con las autoridades portuarias y operadores de los terminales marítimos.

En 2018 esta actividad aumentó 7,7% en los 118 puertos analizados, con un volumen aproximado total de 53,2 millones de TEU.

Esta infografía muestra los puertos ubicados en los primeros 20 lugares según el volumen de carga operado.



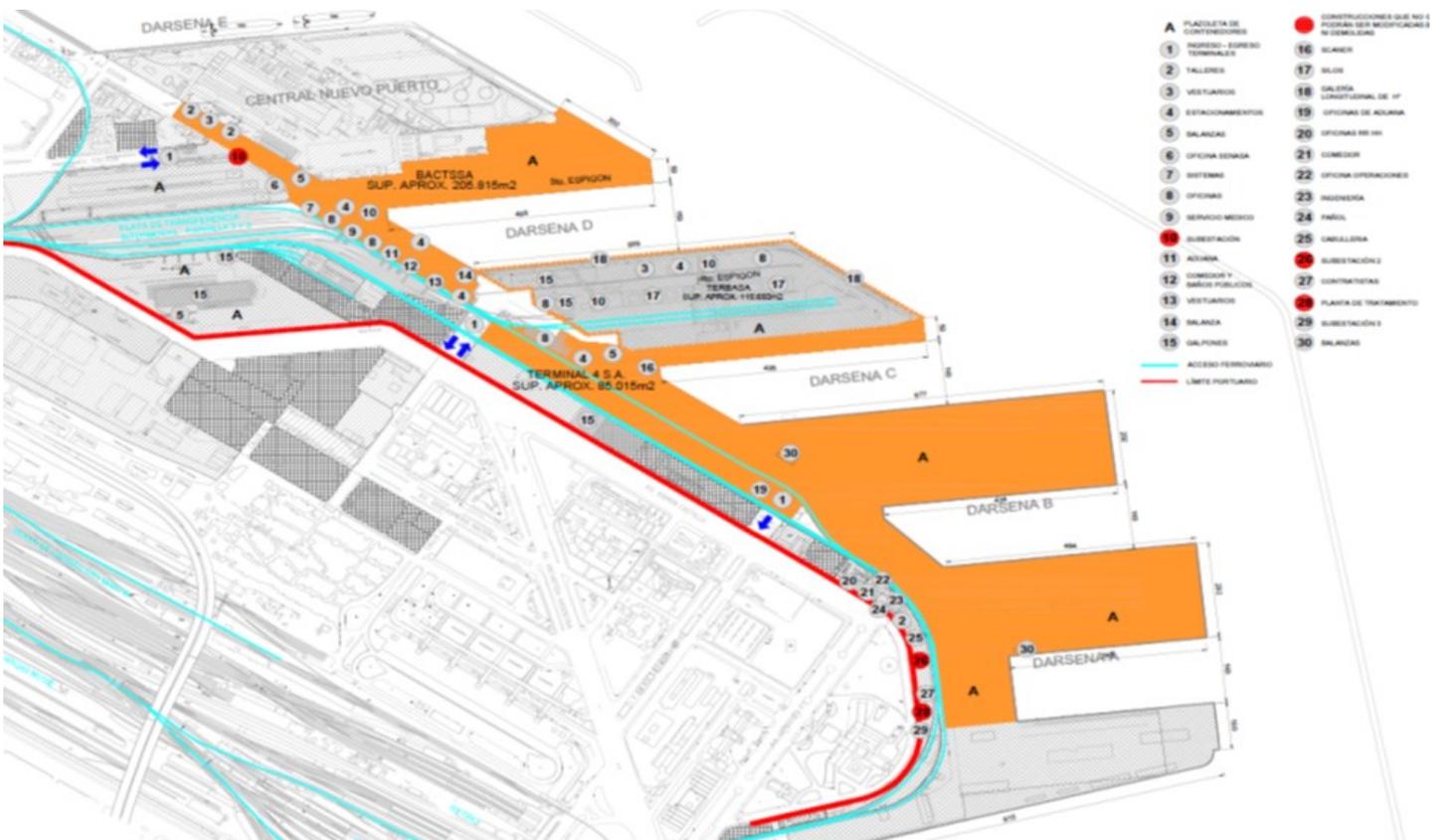
joras a las tarifas portuarias, el incremento del tráfico de contenedores para el período de la concesión, y el incremento del canon de la concesión, parámetros que son los que deberá considerar el administrador para el otorgamiento de la concesión. Será una tarea difícil seguramente. No obstante ello, hay que reconocer en este sentido, que el gobierno nacional, mantiene sus principios rectores en su política de transparencia y respeto a la Ley, cumpliendo y haciendo cumplir los vencimientos de los plazos de las concesiones otorgadas oportunamente, y que no se toman convenientes atajos para el otorgamiento de posibles prórrogas de contratos “a cambio de....”

Con relación al comercio exterior argentino el movimiento de contenedores de exportación e importación nacional sigue siendo muy bajo, y todo ello a pesar que en los últimos años se han realizado avances significativos en las relaciones internacionales y bilaterales con varios países, sentando las bases para que se produzca una dinámica de apertura a nuevos mercados. Se entien-

de que esas intenciones se han visto contrapesadas por las distintas políticas nacionalistas en auge que han proliferado mundialmente, a la que adhieren algunas potencias de los países centrales que comercializan regularmente con nuestro país. Las últimas estadísticas informadas por la Cepal en abril pasado muestran que el Puerto de Buenos Aires sumando los movimientos con Dock Sud, si bien se ha recuperado en algo, todavía se ubica en el noveno puesto de Latinoamérica, con 1,79 millones de contenedores para el año 2018. Ver gráfico de actividad portuaria 2018, los puertos top 20 en América Latina y el Caribe.

Respecto a la oferta de terminales de contenedores de uso público en el área de influencia del cordón fluvial industrial argentino (Rosario-La Plata), en virtud de la Ley 24.093, se han construido y desarrollado en los últimos años varias instalaciones apropiadas para atender buques portacontenedores, con diversas modalidades de administración, que totalizan actualmente una

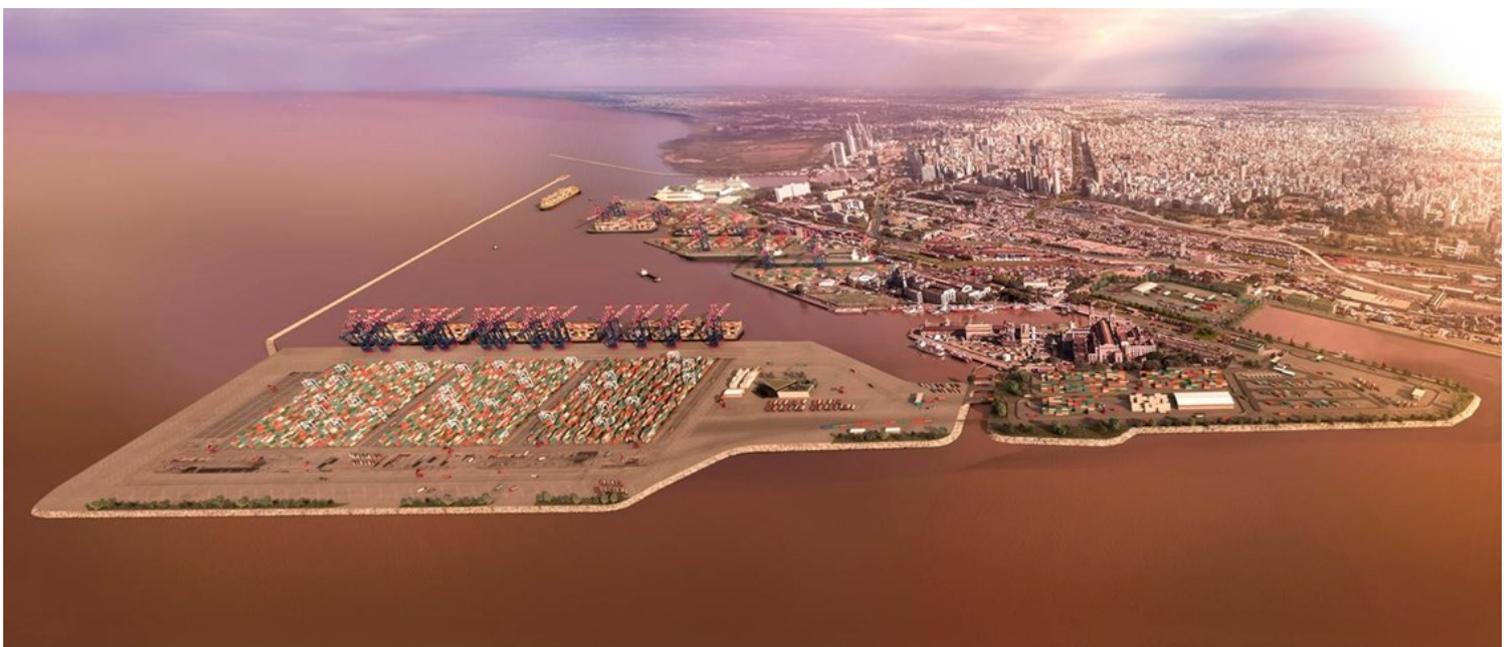
**Puerto de Buenos Aires 2020. Implantación actual de las 3 Terminales operativas (en naranja).**

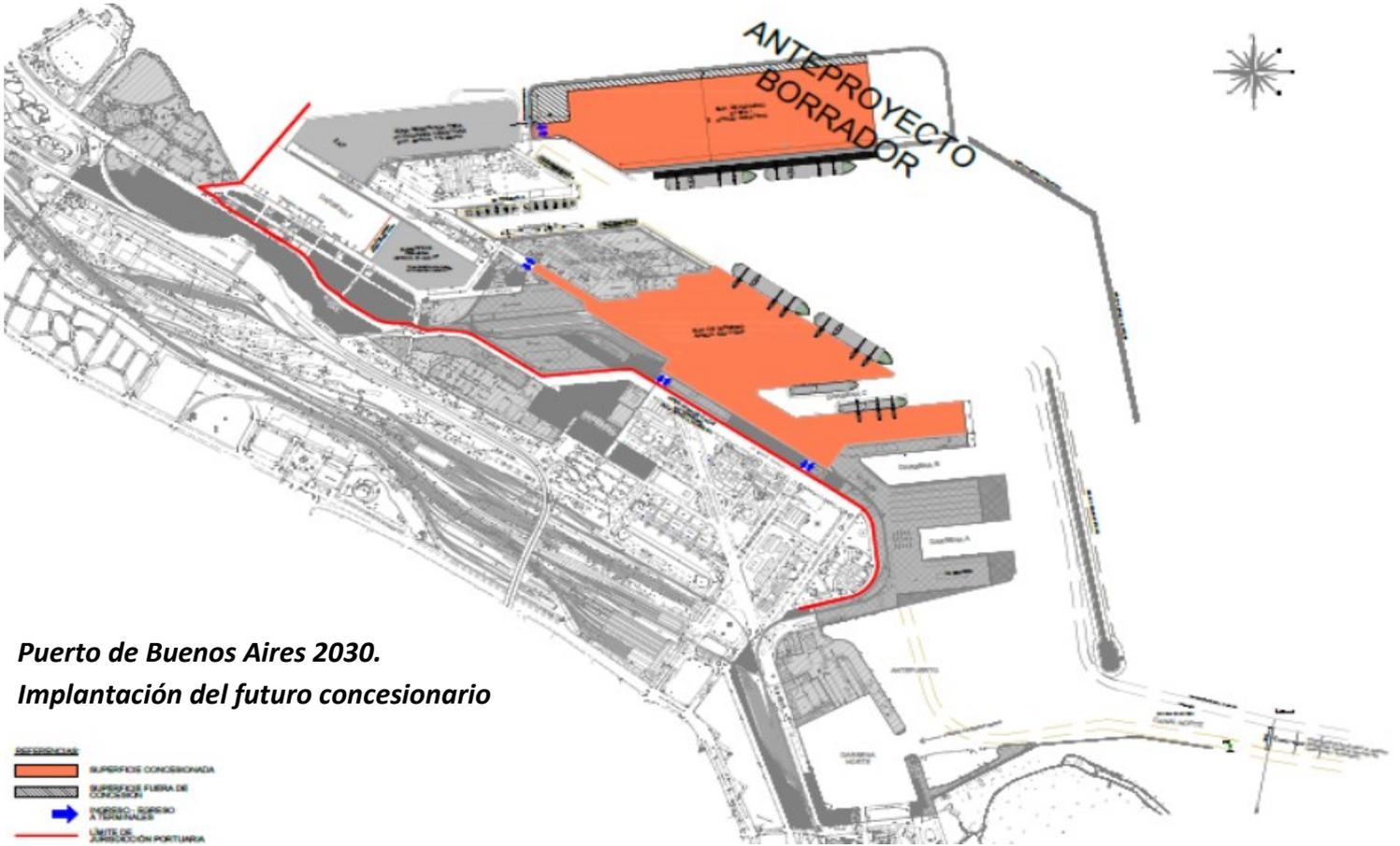


capacidad instalada de aproximadamente 4 millones de Teus anuales distribuidas de la siguiente manera: Rosario 0,2 ; T Zárate 0,3; Euroamérica 0,2; PBA 1,7 ; Dock Sud 1,1 y PLP 0,5.. Es decir que aproximadamente el año pasado se ocupó el 45 % de la capacidad instalada. La pregunta es: ¿cómo deberá crecer la economía nacional para mejorar estos indicadores de ocupación actuales, si además se piensa en ampliar la capacidad instalada del PBA en 1 millón de Teus adicionales en los próximos 10 años y otro millón más para dentro de 20 años presumiblemente, solamente en Puerto Nuevo?

Con relación a la finalización de los contratos vigentes, ¿Cómo imaginamos los vencimientos de las actuales concesiones de las tres terminales del PBA que se encuentran operativas? Podrá, eventualmente, continuar una de ellas a cargo de la explotación de la totalidad del PBA, pero no todas. El personal en relación de dependencia y/o contratado de las empresas que discontinúen la prestación de servicios lógicamente que deberá ser indemnizado según fija la Ley de trabajo, no obstante está claro que será un tema a pulsar con oportuna sensibilidad social del momento por la administración y atenderla como corresponde. Otro tema singular será la reorganización de las líneas navieras, que hoy mantienen contratos vigentes con las terminales. ¿Migrarán a otras terminales o generarán asociaciones con el nuevo concesionario? Todo eso está por verse.

Por todo lo hasta aquí expuesto se concluye que se avecinan tiempos de profundos cambios en el sector y que el éxito de un concesionario puede significar la salida del mercado del otro o de los otros. Por otra parte se advierte que la idea de descentralizar actividades de cargas del PBA hacia el norte y al sur del AMBA, claramente se ha abandonado, y se profundiza con esta propuesta la concentración de la actividad, con la complacencia de la autoridad portuaria nacional, y que como consecuencia, si no se establecen reglas claras respecto de la vigente Ley de la defensa de la competencia, la concentración económica en la integración monopólica tanto horizontal como vertical de un solo operador puede ser reprochable, ya que seguramente será en el mediano plazo perjudicial al interés económico general.





**Puerto de Buenos Aires 2030.**  
**Implantación del futuro concesionario**



**Horario de Atención Sede La Plata**

Lunes a Viernes 8 a 16 hs.

Av. 1 N° 1111 (1900) LA PLATA

Tel/Fax: (0221) 483-0824 / 425-8625 / 427-2968

Página web: [www.ci5.org.ar](http://www.ci5.org.ar) - E-mail: [info@ci5.org.ar](mailto:info@ci5.org.ar)

Facebook:

<http://www.facebook.com/pages/Distrito-V-Colegio-de-Ingenieros-de-la-Provincia-de-Buenos->

**Horario de Atención en las Delegaciones**

|                             |   |                       |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| <b>Delegación Chascomus</b> | Calle Julián Quintana 32.                                       | Tel.: (02241) 431150  |
|                             | Lunes a Viernes de 18.00 hs. a 20.00 hs.                        |                       |
| <b>Delegación Lobos</b>     | Calle 240 N° 969  | Tel.: (02227) 430050  |
|                             | Lunes a Viernes de 8.00 hs. a 12.00 hs y de 15.00 hs. a 19.00 h |                       |
| <b>Delegación CABA</b>      | Viamonte 867 - 2° Piso - Of. 205 -                              | Tel.: (011) 4393-0171 |
|                             | 2° y 4° jueves del mes - 9:30 a 12:30 hs                        |                       |





# TEOFILO MELCHOR TABANERA

Por el Ing. Civil Gonzalo Amaranto Perera  
Ex administrador de la DVBA

Este año se cumplen 38 años del fallecimiento del Ingeniero Teófilo Melchor Tabanera, prestigioso ingeniero argentino, egresado de nuestra Facultad platense, entonces de Ciencias Físico Matemáticas, con el título de Ingeniero Electromecánico, Facultad de la cual también fue profesor.

Fue Delegado permanente argentino en el Congreso Mundial de Energía de La Haya y autoridad indiscutida en Astronáutica. Presenció en Houston, todos los despegues de las Apolo, hasta su muerte en 1981.

Invitado por el Círculo de los 99 de La Plata, allá por la década del 60, cuando el hombre llegaba a la luna, el Ingeniero Tabanera abordó, en su conferencia, el tema de los envíos a la luna por parte de los Estados Unidos y por Rusia.

Habló de los logros de uno y otro. Los americanos, al enviar las naves tripuladas, arriesgando la vida humana y los

rusos perfeccionando las sondas automáticas. A la hora de las preguntas, le interrogué al Ing. Tabanera:

**¿Es tan importante el logro de uno u otro, o merece más bien destacarse la vigencia de las leyes permanentes de la naturaleza, en las cuales el hombre, armonizando y confiando en su fiel cumplimiento, programa y realiza estos logros históricos?**

**No se olvide, me respondió el Ingeniero Tabanera, que Quien estableció esas leyes inmutables de la naturaleza, también creó la mente libre del hombre. Basta que el hombre decida armonizar con esas leyes universales para alcanzar estas proezas.**

Maravillosa respuesta.

Volviendo a nuestros días y viendo como la humanidad aguardaba, durante un eclipse total de sol, que se produ-

jera el cumplimiento de las previsiones científicas, es decir la conjunción del sol, la luna y la tierra, provocando el eclipse total de sol, pensaba en la respuesta del Ingeniero Tabanera.

El hombre, que con total precisión calculó el momento del eclipse, apoyado en las leyes inmutables del Creador, no dudó del preciso cumplimiento de estas leyes universales, al contrario, aguardaba confiado, como rey supremo de la creación, rodeado del universo de los animales y las plantas, respetuosos de sus ciclos naturales, mientras él, en sus decisiones libres sigue manipulando y violando las leyes de la naturaleza.

En su raíz última, el manipular las leyes naturales en general, y en relación al hombre y sus instituciones en particular, refleja el olvido o negación de Dios. Pero al olvidar a Dios, también se olvida al ser humano natural.

Parece ser que ya no importa la verdad sobre el ser persona sino el ensayar estilos de vida para la autosatisfacción. Ya no se trata de pensar nuevas modalidades para manifestar el ser humano, sino que se elimina la reflexión sobre la verdad y el bien que corresponde a su ser. Se vislumbra un nuevo amanecer del irracionalismo.

Del irracionalismo se desprende una cultura de la sospecha donde ya no se pregunta sobre lo auténticamente humano, sobre la solidaridad entre los individuos, ni de un bien en común que constituyen a una sociedad.

---

### Teófilo Tabanera trajo la era espacial a la Argentina, y la puso en contacto con las personas y las organizaciones internacionales dedicadas a la promoción de la exploración espacial”

---

Si no interesa la verdad o no se cree que se puede encontrar, cada uno diseña su proyecto vital dentro del cual se encierra, decide sin criterio de obligación alguna.

Es decir, si todo es y vale lo mismo y así se llega a la nada, al vacío, a la pérdida de horizonte, entonces podemos decir que estamos ante el nihilismo.

Nuestra pregunta es ¿podemos detener esta corriente? No solo podemos sino que debemos, si es que vamos a seguir llamándonos seres humanos. Sería una máxima ironía destruir al ser humano sin aun haberlo comprendido.

Para comprender a ese hombre debemos recordar nuevamente a Tabanera: **Basta que el hombre decida armonizar con las leyes universales de su propio ser, lo cual incluye una conciencia de la libertad responsable para alcanzar la gran proeza de su propia realización.**

**Procma**

PROYECTOS DE OBRAS CIVILES Y MEDIOAMBIENTALES S.R.L.

- Estudios Ambientales
- Conforme a Obra
- Planes Directores y Maestros
- Proyecto, Dirección e Inspección de Obra
- Trámites ante ADA, OPDS, DPH, Vialidad.
- Proyectos Hidráulicos: Redes de Agua y Cloaca.
- Capacitación

☎ (+54) 9 221 446-8116    📍 Av 19 Nro 712 Piso 5 Oficina B  
(+54) 9 221 556-3333    La Plata (1900)

🌐 [www.procma.com.ar](http://www.procma.com.ar)

Los Mataderos  
de Francisco Salamone

# Duendes de HORMIGON

Por Marcelo Merlo  
Fotógrafo de la Obra de Francisco Salamone

---

Despojados de su propósito específico, ubicados en zonas periurbanas y carentes de mantenimiento, se convirtieron en esculturas enormes, de aire fantasmagórico en los atardeceres y de singular belleza bajo todos los cielos.

---

MATADERO



### El Ingeniero arquitecto y su obra

Francisco Salamone nació en 1897 en Italia y se radicó desde su niñez en la Argentina. Entre 1936 y 1939 durante la gestión de Manuel Fresco, levantó en la provincia un sinnúmero de obras en poblaciones pequeñas y remotas. En ellas predomina la escala monumental con estilo art decó e influencias racionalistas. Se observan también rasgos del movimiento futurista. En general se trata de obras fuertemente ornamentadas

Las obras predominantes de su legado bonaerense son los palacios municipales, los portales de cementerios y los mataderos. En general suelen estar cargadas de simbolismos

.En la inmensidad de la llanura bonaerense no es raro encontrarse con altas torres municipales –que superan en altura a las iglesias locales- que se alzan como “faros sin mar” recortando el monótono horizonte con extraña prepotencia.

Del mismo modo los portales de cementerios como el de Laprida, Azul o Saldungaray aparecen ante el viajero desprevenido causando asombro por su escala y por los signos y símbolos que invitan a la reflexión sobre la finitud del hombre.

La última pieza de esta trilogía salamónica la constituyen los mataderos. Estos también exhiben altas torres que en

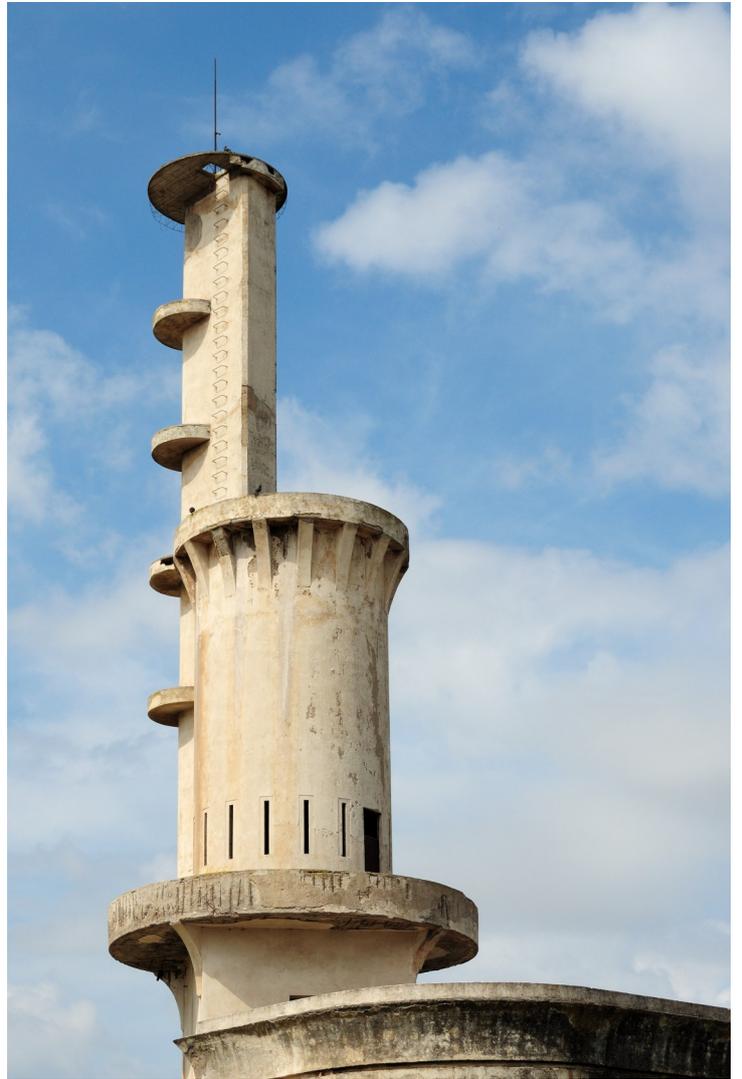
En la inmensidad de la llanura bonaerense no es raro encontrarse con altas torres municipales, que superan en altura a las iglesias locales que se alzan como “faros sin mar”

algunos casos pueden ocultar alguna función específica pero que en su mayoría son de carácter ornamental. Si bien se trata de construcciones netamente funcionales, Salamone no ha renunciado a su estilo de combinaciones de formas puras, geométrico y marcadamente expresivo. Las torres de los mataderos en muchos casos insinúan formas afiladas como cuchillas o elementos propios de la actividad.

### Los mataderos

En 1970 el músico Javier Martínez integrante del trío Manal grabó “Avellaneda Blues” en cuya letra dice: “la fábrica parece, un duende de hormigón”. Aprovecho ahora esta expresión al momento de referirme a los mataderos. Se trata de obras con un historial particular, que gozan de las mismas virtudes de sus otros trabajos pero cuyo destino, parece no haber soportado el impredecible devenir





## ARQUITECTURA

del progreso. Tanto los mataderos de menor escala, como los grandes mataderos modelo presentan diseños innovadores para la época y que actualmente siguen causando asombro.

### Funcionamiento

La instalación de los mataderos supuso un avance en el proceso de faenamiento del ganado y su comercialización. Hasta el momento las normas de higiene eran escasas y la tarea era laboriosa e ineficaz. En general gran parte del animal se desaprovechaba y el resultado final desembocaba en la proliferación de insectos y roedores. Salamone instaló los mataderos como líneas de montaje, a semejanza de la industria automotriz norteamericana. Los animales ingresaban en pie por bretes que los conducían a un sistema de rieles, gancheras y piletones en un recorrido secuencial. Los materiales empleados optimizaban las posibilidades de limpieza, mantenimiento de la higiene y una clara separación de efluentes según su origen y destino, con sistemas de canaletas y desagües. Estos cambios mejoraron la regulación comercial y sanitaria de la actividad.

A lo largo del tiempo, los mataderos de Salamone atravesaron períodos de esplendor y decadencia alternadamente. Sin embargo, hacia fines del siglo XX, la mayoría de los mataderos habían cesado su actividad, ya sea por cambios en la industria, decisiones políticas o factores socio-ambientales determinantes. Una decadencia definitiva se abatía sobre ellos.

### Los “Duendes de Hormigón”

La obra de Francisco Salamone se mantuvo por décadas en un anonimato casi completo. Factores de todo tipo fueron modificando esa realidad y a la fecha, han aparecido toda clase de interesados en ella y su número va en aumento. Desde curiosos viajeros que ven en esas piezas gigantescas un sentido esotérico, hasta restauradores, historiadores, arquitectos e ingenieros cautivados por su atractivo y preocupados por su estado edilicio y preservación.

Concentrando nuestra atención en los mataderos, su his-

toria nos coloca frente a un ejemplo claro de Arqueología Industrial. En su mayoría y salvo honrosas excepciones, se volvieron finalmente verdaderos “Duendes de Hormigón” como anticipó Javier Martínez

Despojados de su propósito específico, ubicados en zonas periurbanas y carentes de mantenimiento, se convirtieron en esculturas enormes, de aire fantasmagórico en los atardeceres y de singular belleza bajo todos los cielos. En pocos años adquirieron un sentido plástico que atrae por igual a curiosos y expertos y pasaron de meras ruinas a objetos de estudio y admiración.

Las imágenes, ilustran parte de este fenómeno. Obras propias del mundo agropecuario que devinieron en motivo de culto. Piezas industriales que emiten señales de arte. Un “ready made” a la manera de Marcel Duchamp. Su función específica los abandona y brota su línea estética en todo su esplendor. Si bien algunos se han refuncionalizado, subsisten otros que reclaman y merecen atención, como ejemplares de una especie que tiende a extinguirse pero que al mismo tiempo reclaman gritando sin voz, un rápido tratamiento de restauración y preservación. Por su origen, por la historia de la industria y el campo de nuestra provincia y porque no hay modo de ignorar su genial belleza.



Acompañando y defendiendo el trabajo de las Pequeñas y Medianas Empresas Consultoras de Ingeniería y actividades conexas

**CiD** **CaCIBA**  
Cámara de Empresas  
Consultoras de Ingeniería  
de la Provincia de Buenos Aires

Facebook: [Caciba](#)  
Twitter: [@CaCIBAPBA](#)

Calle 53 n° 416 1/2 entre 3 y 4 - La Plata - Prov Buenos Aires - Argentina  
Más información: [info@caciba.org.ar](mailto:info@caciba.org.ar) / [prensa@caciba.org.ar](mailto:prensa@caciba.org.ar)

Teléfono: (0221) 421.8232

## Discos y esferas perdidas dentro de la masa de hormigón

Iniciativas nacionales e internacionales cuyo objetivo es incorporar parámetros sustentables en el diseño y construcción de obras de arquitectura e ingeniería. El sistema constructivo de Prenova consiste básicamente en la utilización de esferas y discos de plástico dentro de losas, tabiques, plateas para aligerar el peso de la estructura y consumir al mismo tiempo Menos material y reducir la mano de obra al 50 %.

Inspirado en las estructuras óseas de la naturaleza se calcula y comporta igual que una estructura de hormigón macizo sin vigas pero con un peso del 60 % de una estructura tradicional y una reducción de acero del 23 % y una significativa reducción de costes.

A su vez, asegura la plasticidad necesaria para absorber cargas estáticas y dinámicas tales como la carga sísmica y la fuerza del viento, o la colaboración entre tabiques de fachada losas y núcleo.

El comportamiento estructural y el método de cálculo usado para las losas pero no es idéntico al de una losa maciza, por lo que mediante pruebas de formación in situ se logró comprobar una mayor resistencia a la flexión y deformación de las primeras.

Y cada 10.000 m<sup>2</sup> construidos se ahorran 1000 m<sup>3</sup> De hormigón y 300 m<sup>3</sup> de contra pisos y carpetas que si van en el 350 t de dióxido de carbono que no se expulsan al medio ambiente.

El material utilizado para la conformación de discos y esferas, quedan perdidos dentro de la masa de hormigón, proviene del reciclado de polietileno, un producto cuya degradación insumiría alrededor de 500 años a la intemperie.

Organizaremos una conferencia para presentar este sistema constructivo en el Centro de ingenieros.



## Guia de profesionales de la ingeniería

Agrimensores, Arquitectos e ingenieros

**MG. ING. BALLARIO Lisandro**  
lisandroballario@gmail.com

**CARRANZA, Alberto Lisandro**  
Ingeniero en Construcciones  
0221 455 0819  
alberto.carranza@speedy.com.ar

**DELALOYE, Horacio A.**  
Ing. en Construcciones  
horacio@estudiodelaloye.com.ar

**DELORENZO, Juan C.**  
Ing. Civil  
jcdelorenzo@hotmail.com

**DENEGRI, Roberto**  
Ing. Civil  
ing\_robertodenegri@hotmail.com

**DE SANTIS José Luis**  
Ing. Civil (Mat. 43346) 0221-4282625  
16 n°136 (entre 34 y 35), La Plata  
jldesantis1963@gmail.com

**FANTUZZI, Maximiliano**  
Ing. Civil  
0221 483 4985

**FASCILO Miguel Angel**  
Agrimensor  
miguel fasciolo@fbyasociados.com.ar

**FRAILUNA Marcelo Raul**  
Ing. Civil  
marcelofrailuna@hotmail.com

**GIULIANO DE LA VEGA, Carlos**  
Ing. Mecánico  
cagiuliano@hotmail.com

**KEIM, Azucena**  
Ing. en Construcciones  
azucenakeim@gmail.com

**LUGONES, Alejandro D.**  
Ing. Civil  
adlugones@hotmail.com

**MARINELLI, Nestor**  
Ing. en Construcciones  
nhmarinelli@hotmail.com

**MOLINARI, Raul E.**  
Ing. Civil  
raulemolinari@hotmail.com

**MONTALVO Jose Luis**  
Ing. Civil E Hidráulico  
j\_l\_montalvo@yahoo.com.ar

**PALUMBO, Leonardo D.**  
Ing. Hidráulico  
leopalumbo@yahoo.com.ar

**PANIGO, Saul F.**  
Ing. Electricista  
saulpanigo@yahoo.com.ar

**POLENTA, Roberto**  
Ing. en Constr.  
rppolenta@gmail.com

**RASTELLI Carlos Marcelo**  
Ing. Hidráulico

**ROCCA, Alejandro**  
Ing. Civil  
ingrocca@gmail.com

**ROCCA, Rodolfo**  
Ing. Civil  
rrocca@ciudad.com.ar

**RODRIGUEZ, Paula**  
Arquitecta.  
arq.paularodriguez@gmail.com

**RUIZ, Adolfo**  
Ing. Hidráulico  
hidraulica@lpsat.net

**SANMARCO, Enrique**  
Ing. Mecánico  
endasa19@gmail.com

**SONCINI, Enrique**  
Ing. Civil  
estudio\_68@yahoo.com.ar

**USLENGHI, José M.**  
Ing. Civil  
chari.uslenghi@gmail.com

**PROF. ING. VENIER Leonardo P.**  
Proyectista de Puentes y Viaductos  
0221 421 1348  
ingvenier@speedy.com.ar

## CENTRO DE INGENIEROS

Provincia de Buenos Aires

Institución voluntaria que asocia libremente a ingenieros, arquitectos y agrimensores desde hace 91 años  
Acercate y conoce nuestras actividades



 centrodeingenierosba  
 cipbcentrodeingenieros  
 centrodeingenierospba@gmail.com

# CURSOS 2020.

Los de verano comienzan en Febrero.



"Considero importante reflexionar acerca de la estrecha relación entre la Naturaleza y la Arquitectura porque es evidente que, en la mayoría de las veces, esta relación es irremediabilmente fallida"...

*Le Corbusier*

## Objetivos:

Hay una relación más profunda e íntima, entre la Arquitectura y la Naturaleza, que la mera integración visual y formal planteadas en los proyectos de arquitectura moderna. En este sentido se abordarán una amplia gama de relaciones productivas entre las Aguas, los Revestimientos Vegetales y la Arquitectura, a los efectos de promover una verdadera integración arquitectónica con la naturaleza, más allá de lo puramente contemplativo y / o estético.

## Contenido:

**1º Módulo:** Duración 4 hs.

- 1) Introducción; la Arquitectura Moderna y la "Naturaleza".
- 2) Naturaleza soporte de Arquitectura o Arquitectura de Naturaleza.
- 3) Producción arquitectónica e integración económica y ecológica.
- 4) Hábitat, ambiente y el tratamiento del recurso hídrico en la Construcción.
- 5) Problemática del recurso hídrico urbano; masa, inercia, trabajo, energía.
- 6) Relaciones eco-nómico-lógicas; naturales, habitacionales y ambientales.
  - Naturales; interacción de la Naturaleza con la Arquitectura.
  - Habitacionales; hábitats paralelos y patologías en las construcciones.
  - Ambientales; comportamiento del agua e integración arquitectónica.
- 7) Materialización de un ecosistema hídrico en Arquitectura. Ejemplo.
- 8) Incorporación de los Revestimientos Vegetales a la Arquitectura.

**2º Módulo:** Duración 4 hs.

- 1) Revestimiento Vegetal Horizontal o "terrace verde". Detalle y ejemplos.
- 2) Revestimiento Vegetal Inclinado o "cubierta verde". Detalle y ejemplos.
- 3) Revestimiento Vegetal Vertical o "muro verde". Ejemplos.
- 4) Estructura Vegetal Flotante o Independiente. Ejemplos.
- 5) Recursos hídricos; complemento del Revestimiento y Estructura Vegetal.
  - Aguas grises, negras, amarillas y compuestos semi-líquidos.
  - Sistemas complementarios y el tratamiento del recurso hídrico residual.
  - Bio-digestión aerobia y anaerobia.
  - Bio-digestión continua, semi-continua o discontinua.
- 6) Producción de "Bio-gas".
- 7) Integración Arquitectónica dentro de las nuevas modalidades de habitar.
- 8) Conclusión final y debate.

## REVESTIMIENTOS VEGETALES Y AGUAS EN ARQUITECTURA

Dictado por el Arq. Alejandro Añños



### A partir de Marzo / Abril 2020

Talleres de Fotografía y Cine  
Fotografía básica. Fotografía urbana

Idiomas: Italiano / Portugués  
Computación para adultos

Arquitectura sustentable  
Muros y Cubiertas verdes  
Energías renovables  
Arquitectura de interiores  
Domótica  
Paisajismo

### INFORMACION Y RESERVA DE LUGARES

Av. 53 N° 416 1/2 de 16 a 20hs | 221 421 8232 | [centrodeingenierospba@gmail.com](mailto:centrodeingenierospba@gmail.com)



centrodeingenierospba



centrodeingenieros

# CURSOS 2020.

Los de verano comienzan en Febrero.

**1º Módulo:** Duración 4 hs.

- La sustentabilidad dentro de un entorno de crisis intelectual y conceptual.
- Análisis de los conceptos de eficiencia, ineficiencia y deficiencia energética.
- Producción arquitectónica e integración económica y ecológica.
- Hábitat, ambiente y el tratamiento actual de los recursos energéticos.
- Equilibrio energético y desarrollo Socio- económico.
- Evolución de la Ciudades actuales; masa, inercia, trabajo y energía.
- Formas de generación de la energía.
- Energía solar fotovoltaica. Elementos. Pre-dimensionado y aplicaciones.
- Energía complementaria. Eólica, hidráulica. Pre-dimensionado y ejemplos.
- Energía mecánica. La energía olvidada. Descripción de ejemplos prácticos.
- Conclusiones de la eficiencia real de los distintos tipos de Energías.
- Acondicionamiento de espacios. Tratamiento de envolvente constructiva.
- Conceptos de transmisión, conducción y convección térmica y radiación.
- Balance térmico. Cálculo.
- Permeabilidad selectiva. Elección material de la envolvente constructiva.
- Mitos creados alrededor de los materiales, principalmente aislantes.

**2º Módulo:** Duración 4 hs.

**GANANCIA DE CALOR:**

- Colector solar de agua caliente. Elementos. Pre-dimensionado y ejemplos.
- Calor humano. Pre-dimensionado y ejemplos.
- Radiación por ventanas. Calor radiante. Pre-dimensionado y ejemplos.
- Muro inercial de calor conductivo (Trombe). Pre-dimensionado y ejemplos.
- Muro inercial de calor convectivo (Michell). Pre-dimensionado y ejemplos.
- Comprensión de los sistemas de ganancia de calor. Ejemplos.
- Artefactos a gas y a leña. Pre-dimensionado, ejemplos y eficiencia.

**PROTECCIÓN NATURAL DEL CALOR:**

- Cerramientos vegetales. Cubiertas, terrazas, muros y espacios verdes.

**COMPLEMENTOS:**

- Tratamiento de Aguas. Clasificación y criterios.
- Aguas negras, barros y orgánicos. Biodigestores. Rendimientos y ejemplos.
- Aguas grises. Planta domiciliar mixta.
- Aguas pluviales. Filtros.
- Aguas amarillas. Bombas dosificadoras.
- Producción de alimentos.
- **La problemática energética de las Ciudades del futuro. Conclusiones**



*“La Arquitectura es el punto de partida del que quierallegar a la humanidad hacia un porvenir mejor”...*

*Le Corbusier*

**ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS EN ARQUITECTURA**  
Dictado por el Arq. Alejandro Añaños

en el  
CENTRO DE INGENIEROS  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

## CENTRO DE INGENIEROS Provincia de Buenos Aires

Institución voluntaria que asocia libremente a ingenieros, arquitectos y agrimensores desde hace 91 años  
Si sos arquitecto, agrimensor o ingeniero

# ASOCIATE

Institución sin fines de lucro, fundada en 1928, Agrimensores, Arquitectos e Ingenieros Av. 53 N° 416 ½ e/ 3 y 4 | La Plata | 0221 421 8232

**CENTRO DE INGENIEROS**  
Provincia de Buenos Aires