

# 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.

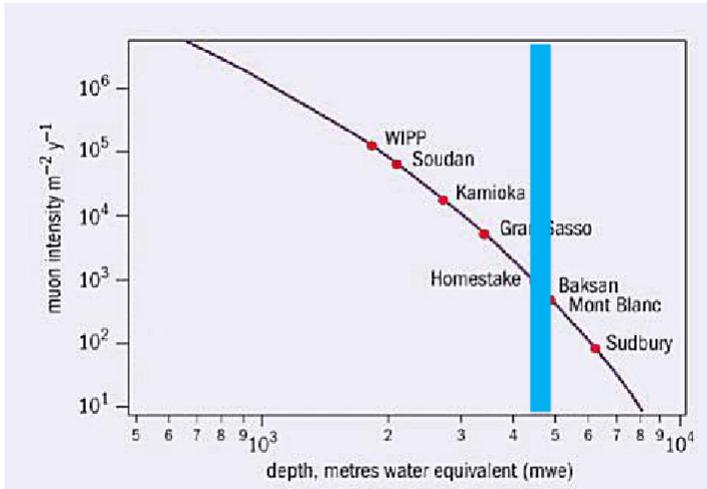
**Que ventajas ofrece ANDES desde el punto de vista científico?**

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)

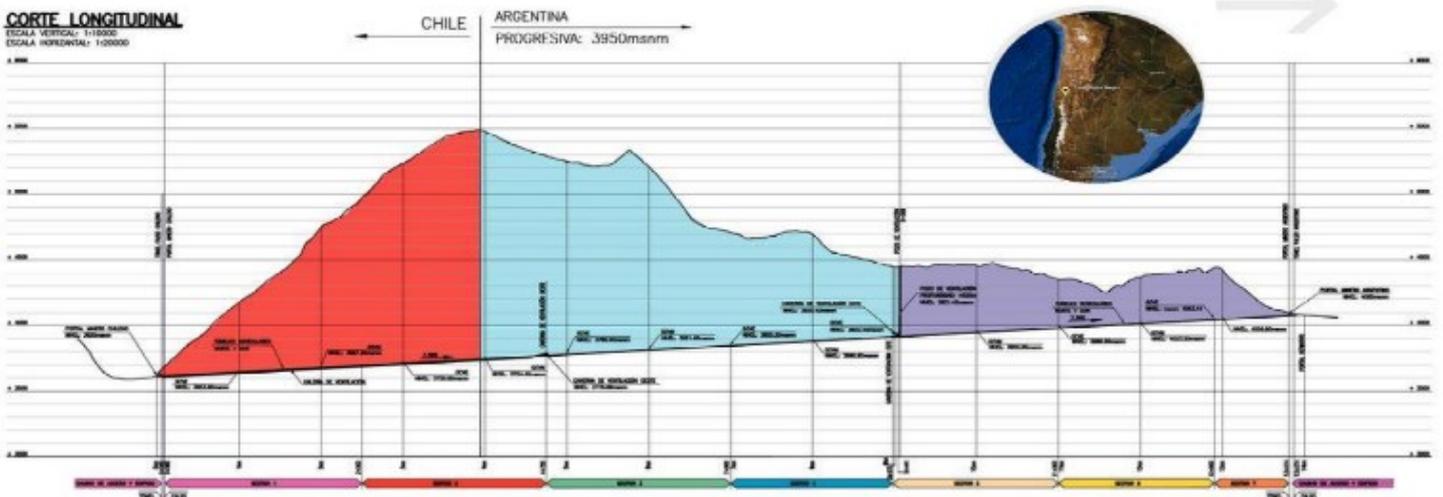
**2. Accesos al Laboratorio**

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**

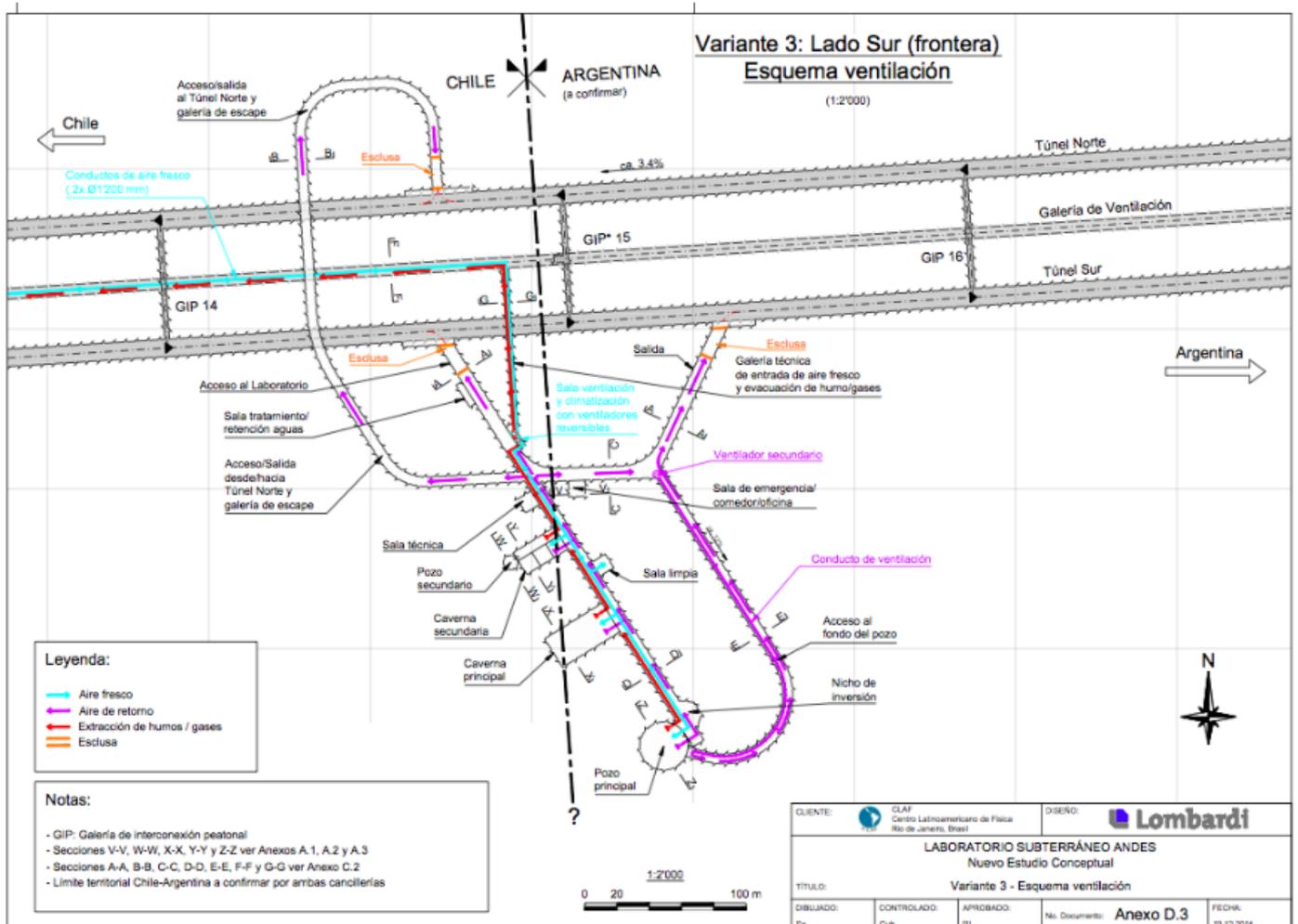
La caverna principal deberá medir 21 m de ancho por 23 m de alto y 50 m de largo, con una forma ovoide para asegurar la estabilidad estructural. La caverna está situada en la parte central del complejo, y se accede desde su extremo izquierdo siguiendo por el túnel de acceso luego de atravesar el portón 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-

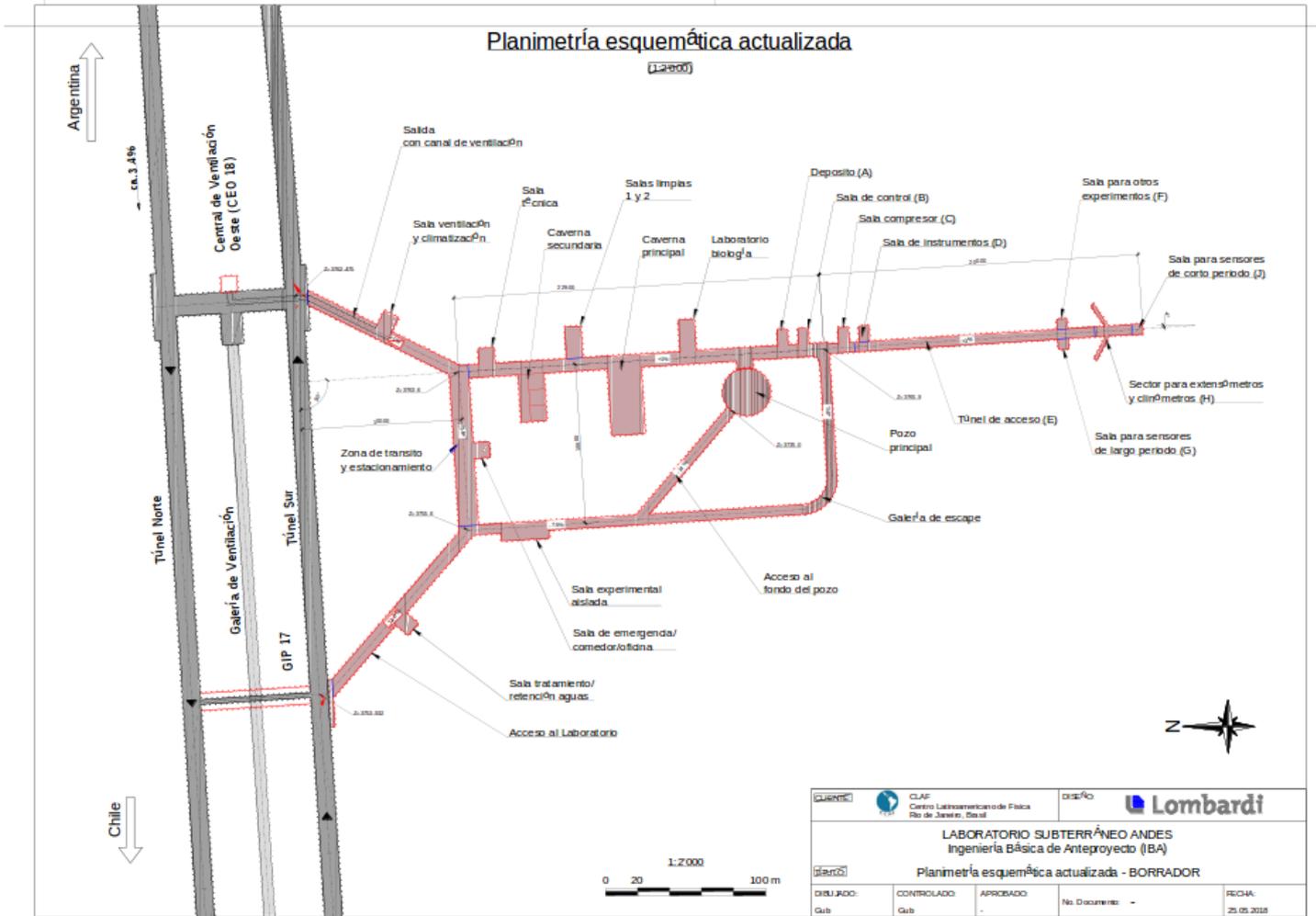
Figura 3: Diseño del Laboratorio (variante A)

**Conceptual Design (by Lombardi): Ventilation**



CLIENTE:	GLAF Centro Latinoamericano de Física Rio de Janeiro, Brasil	DISEÑO:	Lombardi
LABORATORIO SUBTERRÁNEO ANDES Nuevo Estudio Conceptual			
TÍTULO: Variante 3 - Esquema ventilación			
DIBUJADO:	CONTROLADO:	APROBADO:	No. Documento: Anexo D.3
Sc	Gub	RL	FECHA: 19.12.2014

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.

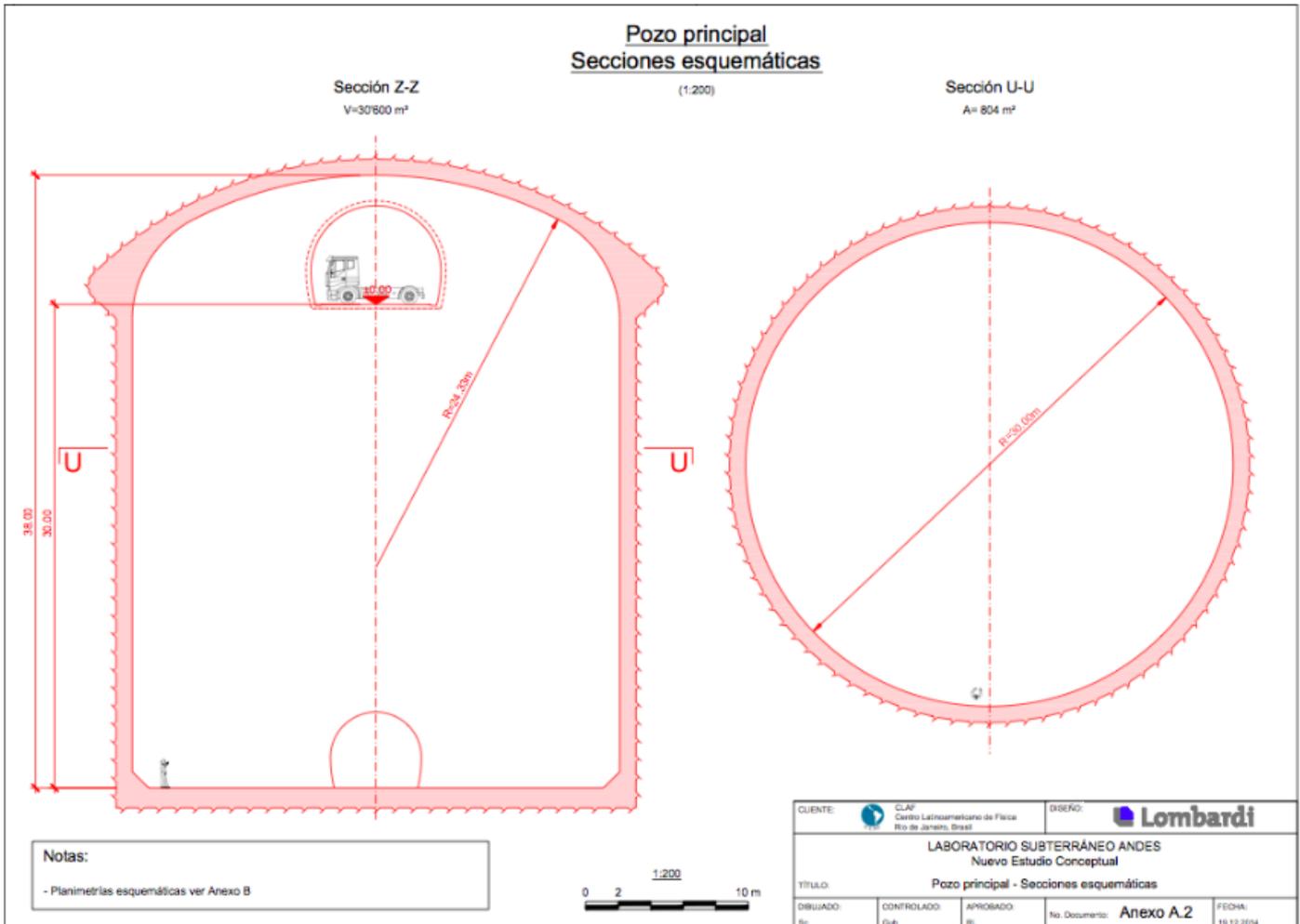
El aire entrante al laboratorio provendrá del exterior del túnel Agua Negra, y será transportado utilizando un ducto estanco de acero inoxidable o material similar para evitar que se contamine con el radón que se acumula en el interior del túnel vehicular. Probablemente, el mejor lugar para la instalación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



**Suring**  
INGENIERIA DEL SUR  
Continuidad de F.B. v Asoc. S.R.L.

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