

Respuestas al documento 6198.1 – Memo instalaciones electromecánicas H. Asorey, X. Bertou, M. Gómez Berisso, Feb. 2018, Rev. 1

Nota: algunos números faltantes no estaban presentes en el documento referido. Se mencionan en este documento los requisitos fuera de norma pensando en el laboratorio.

En la mayoría de los casos, se hace referencia a normas vigentes en la Legislación Argentina. Sin embargo, dada la ubicación del Laboratorio en una zona internacional, deberán verificarse los lineamientos de las normas de la República de Chile equivalentes a las mencionadas en el presente documento. En caso de discrepancia, en todos los casos deberá ser considerado el requisito más restrictivo de ambos.

Layout

1) *Existen informaciones sobre la composición de los espacios, sobre la subdivisión y sobre las actividades previstas?*

Ejemplo:

- *Sala limpia*
 - Además de la caverna prevista como sala limpia, se prevé que la totalidad del Laboratorio cumpla la norma ISO 14644-1 Class 8 o Federal Standard Class 100000. En virtud de esto, deberá evaluarse el ingreso de vehículos de combustión interna al interior del laboratorio, o eventualmente prever el uso de vehículos eléctricos.
 - Deberá contemplarse instalaciones auxiliares para el emplazamiento de cuartos limpios modulares de ISO Class inferior a las anteriores (menor número de partículas por m³ y/o menor tamaño de las mismas) según las necesidades de los experimentos a instalar. También deberá considerarse la posible instalación de salas limpias portátiles en las zonas de experimentos que se usarán para el procesado de ciertos elementos y que luego podrán removerse para aprovechar el espacio.
- *Zonas Atex (peligro de explosión)*
 - Si bien no se consideran zonas con explosivos dentro del laboratorio, la presencia de elementos volátiles en alguno de los experimentos y una deficiente circulación de aire podría generar la acumulación de gases explosivos en ciertas zonas.
 - Podría pensarse en catalogar al Laboratorio como ATEX 94/9/EC Zona 2, sin embargo esto podría complicar la operación o instalación de ciertos experimentos en función de los requerimientos
 - Por lo anterior, se recomienda que previo a su aprobación, se tengan en cuenta los lineamientos de las normas ATEX95 o similares para la evaluación de riesgo potencial de cada experimento

- A pesar de lo anterior, es recomendable aumentar las precauciones generales en las áreas de trabajo, y si bien no considerar al laboratorio como zona ATEX, seguir los lineamientos de las normas ATEX137, como por ejemplo, fomentar el uso obligatorio de elementos arrestallamas, o proceder a la zonificación de riesgo explosivo de acuerdo a las características de cada experimento.
- *Zonas con materiales radiactivos*
 - Fuentes radiactivas:
 - No debe descartarse la presencia de fuentes radiactivas de baja actividad para calibración de equipos. En ese caso deberán preverse las atenuaciones de riesgo necesarias para evitar interferencia con otros experimentos
 - Por el riesgo de contaminación del entorno de baja radiactividad, se recomienda limitar o prohibir el uso de fuentes radiactivas no selladas, líquidos o gases radiactivos, y evitar que fuentes radiactivas sean almacenadas en el interior del laboratorio.
 - Deberá preverse la ejecución de una zona destinada a funcionar como “Depósito Autorizado” (según norma AR 7.9.2 de la ARN) en la Sala Técnica del Laboratorio. Otra posibilidad podría ser definir un área como “Depósito Transitorio” (misma norma anterior), y disponer de un área de “Depósito Autorizado” en el Laboratorio auxiliar externo en Rodeo (Argentina).
 - En todos los casos, deberán verificarse los lineamientos de las normas AR 7.9.2, AR 7.11.2, AR 10.13.2, y otras normas de aplicación en estos ámbitos según corresponda a las características de cada experimento.
 - Aceleradores de partículas o fuentes de radiaciones ionizantes
 - En caso de que algún experimento requiera de la instalación de uno (o varios) aceleradores de partículas con energías $E > 1$ MeV, deberá tenerse presente que, de acuerdo a la legislación Argentina vigente, los mismos son considerados como “Aceleradores de Partículas Clase I”. En ese caso, deberá licenciarse la zona de operación como “Instalación Clase I”, aplicándose las normativas la ARN AR 0.0.1 (con especial atención al Art. 18 para la fase de construcción del Laboratorio), AR 0.11.1, AR 5.1.1 y AR 5.7.1.
 - El licenciamiento prevé en esos casos la creación de zonas restringidas, zonas controladas y zonas supervisadas que podrían impactar en la operación del resto de los experimentos.

Se conocen tipología y cantidades de eventuales materiales/substancias peligrosas (manipulación/almacenamiento)

- Se deberán prever los mecanismos de seguridad estándares requeridos por las normas de trabajo en Laboratorio (considerar la más restrictiva entre

Argentina y Chile). En caso de que algún experimento tenga requerimientos especiales en cuanto al manejo de sustancias tóxicas o peligrosas, el plan de contingencia particular para ese experimento deberá ser propuesto e implementado por el proponente.

2) *Hay mayores detalles sobre los requerimientos para la **sala limpia**? Hay un modelo de otro laboratorio para seguir?*

- *Accesos?*
 - *Doble puertas con gestión electrónica?*
 - *Acabados internos de los locales? Paredes?
Pisos técnicos/dobles?*
 - *Falsos techos?*
 - *Equipos previstos?*
 - *Campanas de aspiración?*
 - *Ducha de seguridad?*
 - *Nivel de sobrepresión/cambio de aire?*
 - *Nivel de filtración de aire?*
- todos los puntos anteriores deberán estar acorde a los usos y costumbres de una sala limpia ISO Class 8 o Federal standard Class 100000.
 - Además de la posible instalación de salas limpias a cargo de cada experimento particular, el laboratorio contará con una facilidad de sala limpia de 100 m² ISO Class 6 o Federal standard class 1000 con presión positiva y todos los elementos accesorios de seguridad y limpieza necesarios para la correcta gestión de la sala. Los accesos contarán con doble puerta de gestión electrónica. La sala estará rodeada por un pasillo técnico ISO Class 7 o Federal standard class 10000.
 - Deberá tenerse en cuenta que algún experimento del área biológica del laboratorio podría requerir la instalación de salas con presión positiva y/o algún nivel de bioseguridad.

Se conocen tipología y ubicación de las instalaciones científicas?

- Los pozos serán llenados por equipamientos sumergidos en agua. Se deberá considerar en particular para la puerta del túnel de acceso inferior al pozo principal que deberá resistir una presión de 30 m de agua o más. Obviamente una vez llenado la puerta quedará condenada
- Los experimentos científicos serán de tamaños y formas variados y cambiando con el tiempo, pero muchas veces consistirán en un detector encerrado en un cilindro de agua o material similar para blindaje contra la radiación

5) *Hay requerimientos específicos para las instalaciones científicas (pisos técnicos/dobles, canales cables etc.)*

- Canaletas técnicas

- Es recomendable disponer de pisos o canaletas técnicas en las cavernas principal y secundaria (al menos uno longitudinal en el centro y varios transversales).
 - Los canales deberán poseer tapas de acceso sin rebordes ni salientes que alteren al piso de las cavernas.
 - Deberán ser dimensionados previendo que todos los servicios disponibles (energía, comunicaciones, fluidos, etc) puedan ser conducidos por el interior de los mismos. Tener presente que ciertos experimentos podrían requerir potencia adicional para los generadores criogénicos (1.1kW de cooling power en Xenon1T implica una potencia estimada de 25 kW sólo para el criogenerador). Con el fin de no sobrecargar el sistema de enfriamiento de aire, los criogeneradores no deberán ser refrigerados por aire, y deberá preverse la instalación de torres de enfriamiento de agua, cercanas a los ductos de ventilación, con el fin de evacuar adecuadamente el calor.
 - Deberá tenerse en cuenta el diseño modular de los conectores y tableros de conexión de los experimentos
 - Deberán preverse requerimientos especiales de potencia y tableros especiales de conectividad (energía, datos y fluidos) durante la fase de instalación de cada experimento que luego no serían necesarios durante la operación normal del experimento. Estos requerimientos podrían llegar a utilizar equipos de soldadura. Se insiste entonces en el diseño modular de tableros y canaletas.
 - No se recomiendan instalaciones aéreas de ningún tipo.
 - Se deberá considerar la posibilidad de una inundación por rotura de un tanque cilíndrico de 15m de alto y 15m de diámetro, ubicando los enchufes a una altura mínima compatible con el hecho
- ¿Refrigeración para equipos de cálculo en entornos de baja radiación?
 - Ciertos experimentos con equipos de cálculo en entornos de baja radiación podrían requerir instalaciones especiales para la refrigeración de los mismos.

6) *Se prevén actividades especiales que deberían ser consideradas en el dimensionamiento de las instalaciones electromecánicas?*

- Se debe considerar que un experimento individual (típicamente el que se instale en el pozo principal) puede tener un consumo mayor a 500kW (ej: SNO+ en SNOLAB a 650kW), lo cual incrementa la transmisión de potencia por las canaletas técnicas (ver el punto 5). Para estos, debe preverse mecanismos de evacuación de calor que no sobrecarguen el sistema de acondicionamiento de aire del laboratorio (ver punto 5).

Energía

1) *Potencia eléctrica y tensión de alimentación equipos / instalaciones científicas / instalaciones accesorias. Ubicación y exigencias cuadros de distribución?*

- se prevé la distribución de energía trifásica de 380V, monofásica de 220V y trifásica de 190V y monofásica de 110V.
- la potencia instalada no deberá ser inferior a 3 kW/m²
- se prevé la instalación de tablero o bocas de acceso a estas fuentes de alimentación cada 5 metros.
- cada 20 metros se deberá contar con tableros aptos para la distribución de potencia, con una capacidad no inferior a 20 kW y encargados además del corte/control de las líneas estabilizada e ininterrumpida de su área de cobertura.

2) *Definición de equipos sensibles (sin interrupción de aprovisionamiento eléctrico) y autonomía máxima de los equipos / instalaciones científicas / instalaciones accesorias de ejercicio y seguridad.*

- se prevé al menos dos líneas independientes: una línea de potencia que incluye las distribuciones trifásicas y monofásicas de potencia (aprox 1,5 kW/m²), una línea estabilizada para solo la distribuciones monofásicas (aprox 0,75 kW/m²), y una línea ininterrumpida para solo la distribuciones monofásicas (aprox 0,75 kW/m²).
- se prevé dos instalaciones de puesta a tierra **independientes** una de uso general de las instalaciones eléctricas y para uso electrónico de menos de 2 Ohms

3) *Factores de utilización y contemporaneidad de cada usuario*

- los factores de utilización están incorporados en el sobredimensionado de la potencia instalada por metro cuadrado mencionadas en los puntos anteriores

4) *Redundancia y secuencia de prioridad en caso de corte*

- el tiempo de autonomía de las UPS debe ser mayor al tiempo de encendido y transitorios de los generadores del sistema de respaldo que alimenta las líneas estabilizada e ininterrumpida.

5) *Hay que considerar protecciones específicas contra campos electromagnéticos?*

- Cada usuario verificará esta necesidad y propondrá los planes de contingencia necesarios.

Iluminación

9) *Definición de zonas y sectores de actividad con indicaciones de lux requeridos*

- En las cavernas destinadas a experimentos así como oficinas y laboratorios accesorios deberá preverse una iluminación difusa y uniforme de entre 200 lux y 400 lux, de acuerdo a los lineamientos de la norma IRAM AADL J 20-06.
- Necesidades particulares podrán ser resueltas mediante instalación de luz puntuales.
- Durante la fase de armado o instalación de ciertos experimentos, podría requerirse localmente iluminación adicional de hasta 1500 lux, pero por cortos períodos de tiempo.
- Debe considerarse que o bien algunos equipos utilizados para la construcción de los experimentos o bien partes mecánicas de los experimentos instalados podrán tener piezas rotantes.
- En todos los casos, todos los locales de trabajo deberán cumplir con los requerimientos de las normas IRAM AADL J 20-06, la Ley 19578 y sus decretos reglamentarios.

11) *Eventuales limitaciones en caso de presencia de computadoras/pantallas?*

- La iluminación de todas las áreas de trabajo de acceso científico deberá ser diseñada suponiendo un uso continuo de computadoras portátiles, tabletas, monitores LED, etc.

Vigilancia

13) *Lista de gases utilizados en las instalaciones científicas y auxiliares para la definición del sistema de control de la calidad del aire (Rn, CO, NO, NOx, O2)*

- todos los recintos deberán estar provistos con alarmas locales y de monitoreo remoto de baja concentración de oxígeno, y de concentraciones elevadas de radón y monóxido de carbono. En el caso de la existencia de tabiques o cerramientos este equipamiento deberá ser redundante
- en el caso de recintos que en los cuales se instalarán sistemas que contienen sistemas criogénicos o gases comprimidos en cantidades apreciables se deberá contar con al menos una puerta de acceso de apertura hacia el exterior, asimismo se deberá contar con una alarma local y de monitoreo remoto de cambios súbitos de presión.
- en las puertas de acceso a las instalaciones científicas y auxiliares se deberá contar con sistemas de monitoreo portátiles de radiaciones ionizantes.
- cualquier instalación que incorpore a las instalaciones cantidades apreciables de gases o componentes volátiles que representen un peligro a la seguridad de las personas o instalaciones deberá incorporar necesariamente alarmas locales y de monitoreo remoto de estos componentes en todas las zonas afectadas, incluyendo las zonas de ingreso y egreso de estos materiales.
- Deberán preverse planes de contingencia para el caso de una evaporación súbita de una gran cantidad de líquidos criogénicos.

14) *Requerimientos de videovigilancia*

- instalación completa de cámaras en red IP tanto para los accesos como para las cavernas, pasillos técnicos, salas limpias, etc. Integración en una central de alarma que incluya alarmas por los distintos tipos de riesgo que podrían presentarse en el laboratorio y sus instalaciones. Conexión con la seguridad central del túnel.

15) *Sistema de emergencia (manuales/automáticos)*

- requerimientos básicos en las salas de uso común (sala de oficinas, taller...).

Comunicación

16) *Requerimientos de comunicación interna (teléfono, interfono, parlantes)*

- el laboratorio deberá tener todas las áreas cableadas para internet 10 Gb/s (cat 7), sobre las cuales se instalarán teléfonos VoIP. Un sistema de parlantes para avisos deberá también estar presente

17) *Requerimientos de comunicación externa (requerimiento fibra óptica, tipología y modalidad de transmisión)*

- en el contexto de la construcción de Agua Negra es probable que se aproveche para hacer una nueva línea de conexión Argentina-Chile como complemento de la única existente actualmente, que se encuentra en el Paso Internacional "Cristo Redentor". Se ha manifestado interés (RedCLARA) en este enlace complementario, y la conexión de los telescopios de la Valle del Elqui (Paranal)
- Se deberá conectar el laboratorio de ser posible a fibras ópticas tanto hacia Argentina como hacia Chile, usando fibras monomodo y redundantes
- Se deberán prever fibras monomodo redundantes para uso propio de algún equipo en el laboratorio, como por ejemplo llevar señal PPS para calibración en tiempo por GPS
- Adicionalmente, se deberán prever 2 líneas de cobre, una hacia cada país, para conectar un sistema de teléfono de emergencia. Deberá pasar por otros cable canales que las fibras de conexión para internet

Ventilación

18) *Carga térmica de las instalaciones científicas*

- Las instalaciones científicas tendrán un consumo máximo pico estimado en 2MW, al cual se deberá sumar la carga térmica de la ventilación/climatización, por un total estimado en 4MW

19) *Temperatura interna requerida para cada ambiente. Humedad relativa requerida para cada ambiente*

- Temperatura interna: 20-22 grados
- Humedad relativa: 45-55%
- acondicionamiento de conductividad eléctrica del aire. (los filtros HEPA generan una mucha electricidad estática)

23) *Se requiere un sistema de ventilación/climatización redundante?*

- Dependerá fuertemente de las condiciones de seguridad de operación. La no acumulación de Rn y los requerimientos de limpieza del aire son factores a considerar. Al haber considerado a todo el Laboratorio como una Sala Limpia de clase 100000 (ISO 14644-1 ISO 8) la redundancia, si bien no requerida, es altamente recomendada.

Agua

24) *Hay requerimientos respecto al agua? Descontaminada? pH? Caudal requerido? Presión?*

- el agua de uso interno del laboratorio deberá cumplir con los requerimientos del código alimentario argentino bajo la denominación “Agua Potable de Suministro Público” (Art. 982), a excepción de la dureza de la misma, que debe ser inferior 200 mg/L de CaCO₃ equivalente para evitar incrustaciones en cañerías y en criogeneradores o torres de enfriamiento.
- A excepción de lo requerido para el llenado del pozo principal (en caso de ser llenado con agua), se requieren caudales típicos de 200 L/min, con una presión típica de 2 bar

Desagüe

25) *Se prevé la instalación de sistemas vacuum?*

- Deberá preverse la instalación de un depósito fijo de 20 m³ de capacidad apto para contener líquidos de diversa índole, que funcionará como depósito temporal en caso de ser necesario el vaciado de alguno de los experimentos. El depósito deberá ser construido en Acero Inoxidable SAE 316L (UNS S31603, ISO 3506 A4), y su diseño seguirá, al menos, los lineamientos de las normas ASME Sec. VIII Div. 2. Deberá tener suficiente nivel de conexionado y tuberías construidas con los mismos niveles de exigencia a distintas secciones del Laboratorio, aptas para la conducción de distintos tipos de líquidos.
- En caso de que el conexionado anterior sea demasiado complejo, podrá preverse la instalación de un segundo depósito de iguales características al anterior.

Aire Comprimido

26) *Ubicación y número conexiones. Caudal? Presión?*

- válvula de corte con dos conectores de acople rápido ubicados en el perímetro cada 10 metros,
- llave de corte general y manómetros en las cercanías de los tableros seccionadores eléctricos que sirven a la misma área del servicio de aire comprimido
- el aire deberá ser provisto libre de aceite y particulado. Prever la instalación de filtros generales e individuales en los conectores
- presión de trabajo: 3 bar-5 bar
- caudal de trabajo: 0.05 litros/minuto por m² de laboratorio
- autonomía sin energía eléctrica: 10 minutos

Puentes grúa y elevadores



27) *Requerimientos y tipología*

28) *Capacidad y carga máxima*

Cada caverna del laboratorio deberá contar con un puente grúa primario y otros dispositivos de elevación (ver punto 30), de acuerdo a las siguientes necesidades:

- Caverna Principal (NEC Anexo A.1)
 - El puente grúa principal, de 40 Tn de capacidad, con viga principal curva de manera de asegurar equipos con una altura de al menos 21 metros en el centro de la caverna (ver imagen como referencia de lo solicitado)
- Caverna Secundaria (NEC Anexo A.1)

- Al igual que para la caverna principal, se requiere un puente grúa de 40 Tn de capacidad, con viga principal curva, garantizando una altura libre de al menos 12 metros en el centro de la caverna.
- Pozo Principal (NEC Anexo A.2)
 - Aparejo central de 40 toneladas de capacidad. Deberá diseñarse de manera de poder elevar la carga útil desde el acceso superior o inferior del pozo y poder desplazarla y mantenerla en cualquier posición del pozo principal para su instalación.
 - Durante la fase de montaje del experimento que será alojado en el pozo, deberá preverse el armado de andamios fijos o móviles, o dispositivos similares, que serán utilizados para el armado de las estructuras auxiliares de sujeción del experimento a las paredes del pozo.
- Pozo Secundario (NEC Anexo A.3)
 - Aparejo de iguales características a las del pozo principal.
- Sala Técnica
 - Dimensionar el puente grúa de acuerdo a los requerimientos de los equipos que serán alojados en el interior de la Sala.
- Accesos
 - Deberán diseñarse mecanismos de izado para carga y descarga de contenedores marítimos de 40 pies totalmente cargados en los accesos a cada caverna o pozo. Estos mecanismos (u otros anexos) debe trabajar en concordancia con los puentes grúas de cada caverna o pozo para el ingreso de equipos al interior de las instalaciones respectivas

30) *Se prevén otros dispositivos de elevación?*

- puntos de fijación cada 5 metros en cumbrera aptos para 5000 Kg

Transito

31) *Se prevén vehículos eléctricos para desplazamientos internos? Se necesitan estaciones de recarga?*

- Sólo se permitirá el tránsito de vehículos de combustión interna por el interior del Laboratorio (entiéndase la zona de acceso a cavernas y pozos) en situaciones de ingreso para carga o descarga de equipos o materiales para la construcción y armado de los experimentos. Deberán tomarse las acciones de mitigación de contaminación para una Sala Limpia Clase 100000 previo al ingreso de estos camiones y sus cargas al Laboratorio.
- Todos los vehículos que operen de manera habitual en el interior del Laboratorio serán eléctricos. Deberán ser dimensionadas, por lo tanto,

suficientes estaciones para recarga de los mismos, distribuidas apropiadamente en las cavernas. Las estaciones de recarga deberán ser multimodo, respetando los modos previstos en el estándar IEC62196 o normas superadoras que podrían surgir en el tiempo de aplicación de este documento.