



CLAF
Centro Latinoamericano de Física
Rio de Janeiro
Brasil

LABORATORIO SUBTERRÁNEO ANDES

Ingeniería Básica de Anteproyecto



Informe técnico de las instalaciones electromecánicas

6198.2-R-02

| | | | |
|----------------|--------------|------------------|-------------------|
| | | | |
| | | | |
| 0.1 | 15.05.2019 | PS, RJ | |
| Versión | Fecha | Redactado | Verificado |

Lombardi SA Ingenieros Consultores
 Via R. Simen 19, C.P. 97, CH-6648 Minusio
 Teléfono +41(0)91 735 31 00, Fax +41 (0)91 743 97 37
 www.lombardi.ch, info@lombardi.ch

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| GLOSARIO | III |
| RESUMEN | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 Objeto | 3 |
| 1.2 Objetivo de la fase actual | 3 |
| 1.3 Finalidad y alcance del informe | 4 |
| 1.4 Especificaciones técnicas | 4 |
| 2. BASES Y ANTECEDENTES | 5 |
| 2.1 Documentos Laboratorio ANDES | 5 |
| 2.2 Documentos Túnel de Agua Negra (TAN) | 5 |
| 2.3 Normas de referencia | 6 |
| 2.4 Duración/Vida útil del equipamiento/ la maquinaria de las instalaciones | 8 |
| 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CIVIL | 9 |
| 3.1 Ubicación del Laboratorio | 9 |
| 3.2 Acceso y salida hacia/desde el Laboratorio | 9 |
| 3.3 Esquema del Laboratorio | 10 |
| 3.4 Obras civiles | 10 |
| 4. COMPARTIMENTACIÓN Y VIA DE ESCAPE | 11 |
| 4.1 Compartimentaciones | 13 |
| 4.2 Vías de escape | 13 |
| 4.3 Evacuación de humo y calor | 14 |
| 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ELECTROMECAÍNICO | 16 |
| 5.1 Energía | 16 |
| 5.2 Iluminación | 24 |
| 5.3 Ventilación | 25 |
| 5.4 Vigilancia | 26 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 5.5 Sistema de gestión | 32 |
| 5.6 Instalaciones de cableado | 34 |
| 5.7 Instalaciones anexas | 37 |
| 6. ADAPTACIONES DEL PROYECTO DEL TAN | 68 |
| 6.1 Ventiladores TAN | 69 |
| 7. PROGRAMA DE TRABAJOS | 72 |
| 8. DISPOSICIONES DE OPERACIÓN | 73 |
| 9. COSTOS | 74 |

GLOSARIO

| | |
|-------|---|
| AT | Alta Tensión |
| ANDES | Agua Negra Deep Experiment Site |
| ASI | Alimentación sin interrupción |
| BT | Baja Tensión |
| CCL-A | Centro de control local en el portal lado Argentino |
| CCL-C | Centro de control local en el portal lado Chile |
| CCO | Centro de control operativo |
| CDR | Código de referencia |
| CLI | Ventilación centrales técnicas |
| CLP | Controlador de lógica programable (PLC) |
| CMV | Pictogramas de mensaje variable |
| CS | Controlador subordinado |
| CT | Controlador en la cabeza del pozo de ventilación |
| DI | Digital Input |
| DIN | Detección de incendio |
| DO | Digital Output |
| ENE | Energía |
| FO | Fibra óptica |
| GE | Grupo Electrónico |
| GIP | Galería de interconexión peatonal |
| GIV | Galería de interconexión vehicular |
| GTC | Gestión técnica centralizada |
| GV | Túnel de ventilación |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| ILU | Iluminación |
| LT | Local técnico |
| MT | Media Tensión |
| NT | Nicho eléctrico en el GIP |
| PA | Portal Argentino |
| PC | Portal Chileno |
| PMV | Paneles de mensaje variable |
| PV | Pozo de ventilación |
| RAD | Radio |
| RE | Red de emergencia |
| RN | Red normal |
| RTU | Remote Terminal Unit |
| SAU | Sistemas auxiliares |
| SEN | Señalética (gestión del tránsito) |

| | |
|-------|---|
| SE-PA | Subestación eléctrica 110 kV Argentina |
| SE-PC | Subestación eléctrica 110 kV Chile |
| SON | Sonorización |
| SOS | SOS |
| SP-PA | Central eléctrica en el portal Argentina |
| SP-PC | Central eléctrica en el portal Chile |
| ST | Central eléctrica en el GIV |
| ST-PV | Central eléctrica en el pozo de ventilación |
| TAN | Túnel agua negra de interconexión internacional entre Argentina y Chile |
| TN | Túnel vehicular Norte (Argentina -> Chile) |
| TS | Túnel vehicular Sur (Chile -> Argentina) |
| UPS | Fuente de energía ininterrumpible (UPS) |
| VEN | Ventilación túnel |
| VID | Videovigilancia |

RESUMEN

El Laboratorio ANDES (Agua Negra Deep Experiment Site) es un laboratorio subterráneo cuya construcción está prevista en el ámbito de la realización del Túnel carretero de Agua Negra de interconexión internacional entre Argentina y Chile (TAN).

El presente informe forma parte del dossier de Ingeniería Básica de Anteproyecto (IBA) y describe los elementos principales del Laboratorio con un enfoque sobre los aspectos de las instalaciones electromecánicas previstas.

El Laboratorio está ubicado sobre el lado Sur del Túnel de Agua Negra, entre el km 4'300 y el km 4'550, a una distancia de aproximadamente 650 m del límite territorial Argentina-Chile y a una altura entre los 3'733 y los 3'766 msnm, con una cobertura omnidireccional de roca de aproximadamente 1'700 m. El Laboratorio es accesible desde el Portal Chile, recorriendo el Túnel Sur hacia la Argentina.

Sus espacios se componen de una red de túneles y galerías con una longitud total de aproximadamente 1'500 m que aseguran el acceso y la conexión entre las distintas salas técnicas y cavernas experimentales ofreciendo al mismo tiempo una segunda vía de escape segura en caso de accidente.

Los principales espacios experimentales previstos en el Laboratorio son los siguientes:

- Una caverna principal de 21 m de ancho, 23 m de alto y 50 m de largo
- Un pozo principal con diámetro de 30 m y una altura de 43 m
- Una caverna secundaria de 16 m de ancho, 14 m de alto y 40 m de largo
- Una sala experimental adicional de 8 m de ancho, 5 m de alto y 30 m de largo
- Dos salas blancas de aproximadamente 100 m² de superficie
- Un laboratorio de biología de aproximadamente 150 m² de superficie
- Un sector independiente dedicado a mediciones en el ámbito de las geo-ciencias.

Los equipamientos electromecánicos planificados aseguran que sea accesible, habitable, seguro, conectado y adecuadamente provisto de electricidad, agua y aire comprimido. Un sistema de comunicación y control gestiona la interfaz con el TAN y asegura la operación coordinada entre el Laboratorio y el túnel carretero.

La construcción del Laboratorio está prevista de forma simultánea con las obras del TAN, aprovechando las instalaciones y los equipos técnicos previstos para el Túnel. En general, los espacios están caracterizados por un revestimiento de hormigón proyectado con un sistema de drenaje abierto. Donde resulte necesario, se han previsto estructuras interna prefabricadas o de hormigón colado para el acondicionamiento de los espacios.

La duración estimada de los trabajo de construcción y equipamiento del Laboratorio es de aproximadamente 7 años.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto

El Laboratorio ANDES (Agua Negra Deep Experiment Site) es un laboratorio subterráneo cuya construcción está prevista en el ámbito de la realización del Túnel carretero de Agua Negra de interconexión internacional entre Argentina y Chile (TAN) (ver Ilustración 1). Una vez construido será el primero y único laboratorio subterráneo del hemisferio Sur. Gracias a su alta cobertura de roca, sus espacios estarán protegidos de la radiación cósmica y ofrecerán las condiciones ideales para llevar a cabo numerosos experimentos científicos en diferentes temas específicos, tanto latinoamericanos como internacionales.



Ilustración 1: Ubicación del proyecto

1.2 Objetivo de la fase actual

El objetivo de la fase de proyecto actual es la modificación parcial y la optimización de la Ingeniería Básica de Proyecto (IBA) desarrollando los conceptos presentados en el Nuevo Estudio Conceptual (NEC).

1.3 Finalidad y alcance del informe

El presente informe describe las instalaciones electromecánicas previstas en el interior del laboratorio ANDES.

Su nivel de definición es el de Anteproyecto.

Para el cálculo de cada una de las instalaciones, las especificaciones detalladas, los criterios proyectuales y las leyes y normas consideradas, se remite al capítulo correspondiente y los respectivos adjuntos que forman parte del presente proyecto.

Este informe define las directrices de la planificación para el desarrollo del proyecto de las instalaciones electromecánicas del laboratorio ANDES y se propone los siguientes objetivos:

- Resumir las bases de las instalaciones del proyecto,
- Definir y concordar las interfaces con las instalaciones del proyecto Túnel Agua Negra,
- Servir de documento de intercambio entre Ingeniero de proyecto y Comitente durante la fase de la Ingeniería Básica de Anteproyecto (IBA),
- Definir los lineamientos para la fase de licitación (DTL) y para el desarrollo del proyecto ejecutivo de la empresa Contratista encargada de la realización de la obra.

Las exigencias específicas, derivadas de los futuros experimentos científicos que serán llevados a cabo en su interior, no están incluidas en el presente informe y deberán ser tratadas junto con la definición de los experimentos y aseguradas mediante instalaciones adicionales y/o temporáneas.

El informe es parte del dossier de la Ingeniería Básica de Anteproyecto (IBA), que incluye además los siguientes documentos principales:

- Informes lineamientos de diseño ver documento no. 6198.1-R-01
- Informe técnico general ver documento no. 6198.1-R-02
- Informe geología ver documento no. 6198.1-R-03
- Informe geotécnico y de cálculo ver documento no. 6198.1-R-04
- Informe de costos y cómputo ver documento no. 6198.1-R-05
- Planos del proyecto obra civil
- Planos del proyecto electromecánico

1.4 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas detalladas de cada uno de los componentes de las instalaciones electromecánicas se desarrollarán en las próximas fases del proyecto.

2. BASES Y ANTECEDENTES

2.1 Documentos Laboratorio ANDES

Los antecedentes considerados en la elaboración de la Ingeniería Básica de Anteproyecto (IBA) y de la Documentación Técnica de Licitación (DTL) son los siguientes:

- [1] Obra Civil del Laboratorio ANDES en el Túnel Agua Negra, documento y planos,
- [2] Assessment of the Civil Plan for the Andes Lab, Tony Noble, Queen's University, Canada, 02.2014,
- [3] Respuestas elaboradas por la coordinación del proyecto ANDES al Memo de Lombardi SA LO/28.10.2014, Ref: INF/14-012, Bariloche, Argentina 24.11.2014,
- [4] Nuevo Estudio Conceptual del Laboratorio Subterráneo ANDES, 6198.0-R-01 - Informe Técnico, Lombardi SA, Minusio, Suiza, 16.01.2015,
- [5] Considerations for a geophysical section of the ANDES laboratory, A. Rietbrock & T. Forbriger, Black Forest Observatory (BFO), Geophysical Institute Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Alemania, 21.03.2018, RevA,
- [6] Documento "Espacio Investigaciones Biológicas del Dr. L. Mongiat, del 29.08.2017,
- [7] Respuestas al documento de Lombardi SA "6198.1-Memo instalaciones electromecánicas", H. Asorey, X. Bertou, M. Gómez Berisso, Rev. 1, febrero 2018,
- [8] Documento "Modificaciones propuestas al Nuevo Estudio Conceptual del laboratorio subterráneo ANDES", Comité de coordinación ANDES, 25.03.2018
- [9] Minuta de reunión "IBA y DTL del Laboratorio ANDES" del 11.04.2018 en Buenos Aires – Casa de San Juan, Argentina.
- [10] Technical ANDES Note TAN-2018-002 "Muon flux estimation at the ANDES deep underground laboratory, Xavier Bertou, Centro Atómico Bariloche, Argentina, 07.05.2018

2.2 Documentos Túnel de Agua Negra (TAN)

Se consideran además los siguientes documentos del proyecto del Túnel de Agua Negra:

- [11] Túnel de Agua Negra de interconexión internacional entre Argentina y Chile, Informes y Planos del dossier de la Ingeniería Básica de Anteproyecto (IBA), Lombardi SA, Minusio, Suiza, 20.10.2014.
- [12] Túnel de Agua Negra de interconexión internacional entre Argentina y Chile, dossier Documentación Técnica de Licitación (DTL), Lombardi SA, Minusio, Suiza, 20.10.2014.

2.3 Normas de referencia

Energía

- [13] IEC 60038 – Standards voltage – Edition 6.2; 2002-07
- [14] IEC 61936-1:2010 - Standard | Power installations exceeding 1 kV a.c.
- [15] IEC 62271-1 – High-voltage switchgear and controlgear – First Edition; 2007-10
- [16] IEC 60364-1 – Low-voltage electrical installations – First Edition; 2005-11
- [17] IEC 61000-4-30-1 – Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods – First Edition; 2003-02
- [18] IEC 60287-1-1 – Electric cables – Calculation of the current rating – Second Edition; 2006-12
- [19] EN 50160 – Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution; 1999
- [20] EN 50091-2– Uninterruptible power system (UPS) – Part 2: EMC requirements; 1995
- [21] EN 50522 Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.; 2011

Iluminación

- [22] EN 12464-1:2011 - Light and lighting - Lighting of work places
- [23] EN 1838:2013 - Lighting applications - Emergency lighting.

Ventilación

- [24] VKF 21-15. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen. VKF Brandschutzrichtlinie, 01.01.2017.
- [25] ISO 14644-1:2015. Cleanrooms and associated controlled environments -- Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration. 2015-12.
- [26] ASHRAE 62.1. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ASHRAE Standards Committee, 2006–2007.
- [27] ASTRA 13011. Türen und Tore in Strassentunneln. ASTRA Richtlinie, V1.05, 2009.
- [28] BS 7346-7:2013. Components for smoke and heat control systems – Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks. BSI Standards Publication, Second (present) edition, August 2013.
- [29] EN 12101-3:2015. Smoke and heat control systems. Specification for powered smoke and heat control ventilators (Fans). EN Standards, 30 September 2015.
- [30] EN 12101-7:2011. Smoke and heat control systems. Smoke duct sections. EN Standards, 30 June 2011.
- [31] EN 12101-8:2011. Smoke and heat control systems. Smoke control dampers. EN Standards, 30 June 2011.
- [32] EN13501-1:2007. Fire classification of construction products and building elements. Classification using test data from reaction to fire tests.

Cableado

- [33] EN 61756-1:2006 Fibre optic interconnecting devices and passive components. Interface standard for fibre management systems.
- [34] ETSI-TS 100 783 Fibre optic fusion splices for single-mode optical fibre transmission systems for indoor and outdoor applications

Anexos

- [35] 10027-1:2005 Designation system for steels
- [36] 10255:2004+A1:2007 Non-Alloy steel tubes suitable for welding and threading - Technical delivery conditions
- [37] 12201-2:2011 Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure - Polyethylene (PE) - Part 2: Pipes
- [38] ISO 15494:2003 Plastics piping systems for industrial applications - Polybutene (PB), polyethylene (PE) and polypropylene (PP) - Specifications for components and the system - Metric series (ISO 15494:2003)
- [39] 1366-2:1999 Fire resistance tests for service installations - Part 2: Fire dampers
- [40] 13501-3:2009 Fire classification of construction products and building elements - Part 3: Classification using data from fire resistance tests on products and elements used in building service installations: fire resisting ducts and fire dampers
- [41] 12237:2003 Ventilation for buildings - Ductwork - Strength and leakage of circular sheet metal ducts
- [42] CSN EN 1507 Ventilation for buildings - Sheet metal air ducts with rectangular section - Requirements for strength and leakage.

2.4 Duración/Vida útil del equipamiento/ la maquinaria de las instalaciones

En la siguiente tabla se hace un listado de la vida útil indicativa de las componentes y los equipamientos previstos para las correspondientes instalaciones electromecánicas:

| Instalación / Elemento | Vida útil en años | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |
| Energía | | | | | | | | | | |
| Trasformadores | | | | | X | X | | | | |
| Células de media tensión | | | | X | X | | | | | |
| Cuadros eléctricos de baja tensión | | | | X | X | | | | | |
| Baterías | X | | | | | | | | | |
| Iluminación | | | | | | | | | | |
| Equipos de iluminación | X | X | | | | | | | | |
| Ventilación | | | | | | | | | | |
| Ventiladores axiales | | | | X | X | | | | | |
| Señalización | | | | | | | | | | |
| Señales luminosas | | X | X | | | | | | | |
| Vigilancia | | | | | | | | | | |
| Detectores de incendio | | X | X | | | | | | | |
| Videovigilancia | X | X | | | | | | | | |
| Sistema de comunicación | | | | | | | | | | |
| Teléfonos de auxilio | | | X | X | | | | | | |
| Instalaciones de cableado | | | | | | | | | | |
| Cables de cobre | | | | | X | X | | | | |
| Fibras ópticas | | | X | X | | | | | | |
| Instalaciones anexas | | | | | | | | | | |
| Extintores portátiles | X | X | | | | | | | | |
| Hidrantes | | | | | | X | X | | | |
| Puertas y Portones | | | | | X | X | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CIVIL

3.1 Ubicación del Laboratorio

El Laboratorio ANDES ha sido posicionado en territorio argentino sobre el lado Sur del Túnel de Agua Negra entre el km 4'300 y el km 4'550, a una distancia de aproximadamente 650 m del límite territorial Argentina-Chile (ver Ilustración 2) en un sector delimitado por las coordenadas 415'100 y 415'400 Este respectivamente coordenadas 6'653'200 y 6'653'800 Norte (sistema de coordenadas UTM WGS 84 - Zona 19S). Altimétricamente el Laboratorio se sitúa a una altura entre los 3'733 y los 3'766 msnm, con una cobertura omnidireccional de roca de aproximadamente 1'700 m.

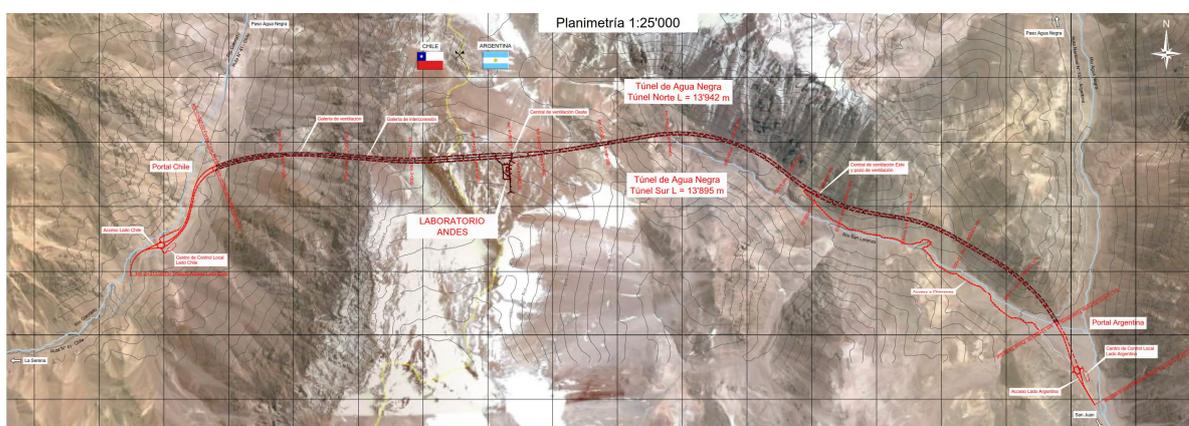


Ilustración 2: Planimetría general Túnel de Agua Negra con emplazamiento Laboratorio ANDES

3.2 Acceso y salida hacia/desde el Laboratorio

El acceso al Laboratorio se efectúa recorriendo el Túnel Sur del TAN en subida desde el Portal Chile hacia la Argentina hasta el km 4'300, donde un portón instalado en una bahía de detención permite acceder al Laboratorio.

La salida desde el Laboratorio está prevista en correspondencia de la central de ventilación Oeste del TAN, mediante un portón instalado en una bahía de detención del Túnel, que permite a los vehículos provenientes del Laboratorio insertarse nuevamente en el tránsito hacia la Argentina.

Los vehículos procedentes desde la Argentina no tendrán acceso directo al Laboratorio y deberán ir hasta el portal Chile y regresar por el túnel paralelo hasta la entrada del Laboratorio. Del mismo modo, los vehículos que salen del Laboratorio no podrán regresar directamente a Chile y deberán ir hasta el portal Argentina para volver por el túnel paralelo. El cambio de dirección dentro del Túnel será posible solo en caso de emergencia y en acuerdo con el centro de gestión y control del TAN usando las galerías de interconexión vehicular previstas en el Túnel cada 1'500 m.

4. COMPARTIMENTACIÓN Y VIA DE ESCAPE

En función de la seguridad durante una fase de evacuación, juegan un rol fundamental las protecciones pasivas, vale decir todo lo que contribuye a limitar la propagación del peligro, en este caso el peligro consiste en un incendio.

Sin duda también cumplen un rol fundamental las protecciones pasivas tratadas en los siguientes capítulos , como:

- Extracción de humo y calor por compartimento
- Instalación de extinción con hidrantes
- Extintores
- Cuadrillas de auxilio y ayudas organizadas

Para mejorar el grado de seguridad dentro del laboratorio ANDES se ha efectuado la compartimentación de zonas específicas en función de las tipologías de actividades que se llevan a cabo (ver Ilustración 4).

Los compartimentos quedan adyacentes y colindantes consecutivamente, por lo que en caso de Accidente las protecciones activas y pasivas actúan en cada compartimento individualmente, procediendo con la evacuación por sectores del personal, vale decir que las personas evacuadas del compartimento accidentado atraviesan los otros compartimentos protegidos que forman parte del itinerario de salida.

La vía de escape, entonces, conducirá a las personas hasta el compartimento adyacente, mientras el itinerario de salida conducirá a las personas hasta un lugar seguro fuera del laboratorio.

Para mitigar los efectos de un accidente y salvaguardar la seguridad de los ocupantes durante las fases de evacuación y proteger la seguridad de las cuadrillas de auxilio, se ha previsto la instalación de un equipo de extracción de humo y calor.

Este tipo de instalaciones permite la estratificación del humo por encima de la zona ocupada por las personas y retardan el aumento de la temperatura característico en la primera fase de un incendio, demorando de esa manera el flashover (incendio generalizado), lo que favorece la salida de las personas y el ingreso de las cuadrillas de emergencia y auxilio.

La estrategia aplicada al laboratorio supone entonces que el equipo de extracción de humo y calor funcione únicamente para el compartimento accidentado, creando un contraflujo de aire desde los compartimentos adyacentes y limitando así la propagación de humo y calor a las zonas contiguas.

Los compartimentos comprenden partes del túnel de conexión, tránsito, etc., y por lo tanto para delimitar los compartimentos se han previsto portones cortafuego que normalmente se abren en forma motorizada para permitir el tránsito de los automóviles en condiciones de actividad normal, y seccionados mediante dos puertas con apertura contrapuesta considerando la bidireccionalidad del

4.1 Compartimentaciones

La división de los diversos compartimentos está prevista con estructuras de separación con características REI 120 que comprenden:

- Portones en los ingresos para vehículos
- Puertas en los pasos peatonales
- Persianas cortafuego

En cuanto a las instalaciones, en las perforaciones para las bandejas portables, los cerramientos estarán realizados con material incombustible certificado EI 120

Los conductos de aire primarios, como forman parte del sistema de evacuación de humo y calor deberán respetar la clasificación señalada por la norma EN 13501 así como los requisitos que indica la norma EN 1366-9.

Los conductos deberán estar certificados como $E_{600} 120 (V_e - h_0) S 1500$

Los conductos además deberán estar revestidos con lana mineral de 120 mm de espesor con certificación EI 120.

Las perforaciones de las paredes cortafuego de las instalaciones de ventilación deberán estar selladas con lana mineral y tratadas con la correspondiente pintura intumescente para garantizar la certificación EI 120, y además se deben respetar las prescripciones específicas del producto utilizado.

4.2 Vías de escape

Las vías de escape dentro del local accidentado deben conducir a uno de los compartimentos adyacentes.

Los itinerarios de salida deben conducir desde el/los compartimento/s adyacentes al accidentado hacia el exterior del laboratorio.

Las vías de escape y los itinerarios de salida deben estar libres de obstáculos y bien señalizados, con especial atención a la superación de barreras arquitectónicas para personas con capacidades diferentes desde el punto de vista motriz.

Para garantizar una salida eficaz, las vías de escape deben:

1. Estar bien señalizadas
2. Estar libres de obstáculos
3. Tener ancho y altura idóneos
4. Conducir a un lugar seguro
5. Estar libres de humo en caso de incendio

Los puntos 1 a 4 están dentro del ámbito de las medidas organizativas, mientras el n° 5 depende de los equipos instalados y es muy importante para la seguridad de las personas y las cuadrillas de auxilio.

4.3 Evacuación de humo y calor

Durante las fases de un incendio, la presencia de humo en el interior de los locales puede comprometer las fases de evacuación provocando desorientación, problemas en las vías respiratorias e intoxicación que muchas veces tienen consecuencias fatales, mientras que el calor producido favorece la propagación del incendio, que por irradiación eleva la temperatura de los objetos dentro del local al punto de inflamabilidad permitiendo que se llegue al flashover.

Por lo tanto resulta fundamental mantener el ambiente libre de humo, calor y productos tóxicos derivados de la combustión para garantizar una salida rápida y eficaz.

Para las garantías de seguridad que acabamos de exponer se ha optado por la instalación de un equipo de extracción de humo y calor.

En caso de incendio en un compartimento, mediante el relevamiento de la detección de incendio se cierran los portones para vehículos y se habilitan las puertas peatonales.

El equipo de ventilación, que cuenta con difusores de impulsión y bocas de recuperación, mediante el bypass en el local de ventilación y ventiladores TAN invertirá el flujo normal aspirando aire.

Todos los difusores están provistos de persianas cortafuego que bloquearán el flujo de aire en extracción en todos los locales no accidentados permitiendo que el equipo de extracción aspire únicamente del compartimento accidentado.

Para permitir la aspiración del humo a puertas cerradas, se han previsto persianas cortafuego sobre las estructuras que separan los compartimentos para permitir el paso de aire desde los compartimentos activos a una velocidad mínima de 1.5 m/s a fin de impedir la propagación del humo.

Las persianas cortafuego estarán controladas por un presóstato diferencial que permite parcializar la apertura de las mismas adaptándose a las aberturas de las puertas a fin de mantener una velocidad de contraflujo mínima de las aberturas no inferior a 1.5 m/s.

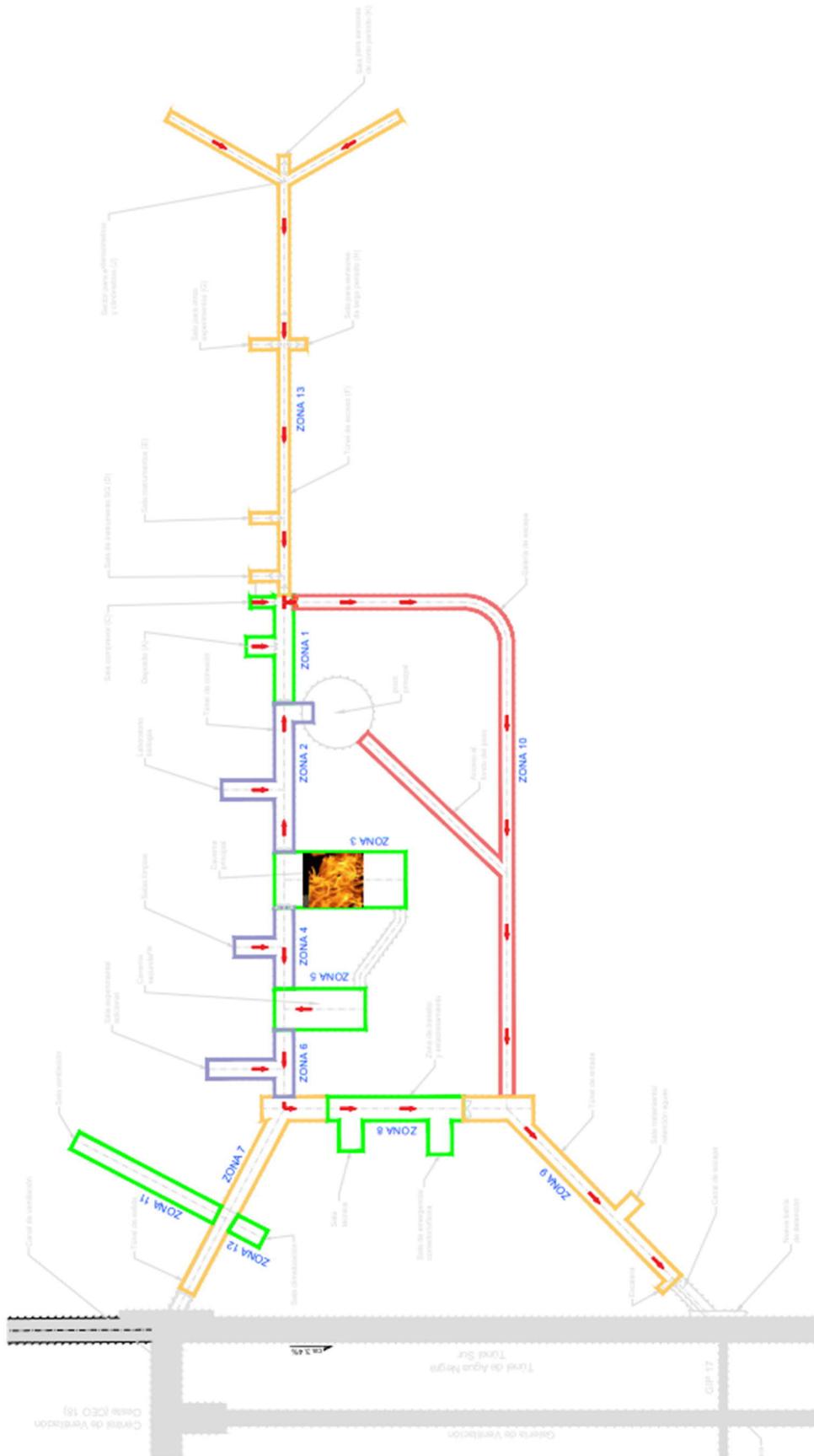


Ilustración 5: - Vías de escape

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ELECTROMECAÁNICO

5.1 Energía

Dada la particular ubicación del laboratorio, tanto por la zona geográfica como por la altura, se excluye la posibilidad de una alimentación eléctrica exclusiva y dedicada solo al uso del laboratorio. La alimentación eléctrica del laboratorio, por lo tanto, será derivada de la dorsal de media tensión 23 kV del sistema eléctrico del túnel TAN.

La carga efectiva sobre esta derivación se ha calculado en base a los usos ordinarios, temporales y de las reales actividades (experimentos) en el laboratorio. La instalación está provista de transformadores de media/baja tensión y sus correspondientes elementos de seguridad. En caso de caída de la línea ordinaria, hay baterías de acumuladores que funcionan como alimentadores para los servicios sensibles.

5.1.1 Sistema eléctrico TAN

El sistema eléctrico del túnel cuenta con los siguientes puntos de inyección de energía:

- N. 1 subestación de alta/media tensión para el portal del lado de Chile 110kV/23kV, para el funcionamiento normal y calculada para alimentar todo el túnel, potencia disponible 15 MVA;
- N. 1 subestación de alta/media tensión para el portal del lado de Argentina 132kV/23kV, para el funcionamiento normal y calculada para alimentar todo el túnel, potencia disponible 15 MVA;
- N. 3 grupos electrógenos con transformación baja/media tensión para el portal del lado de Chile 0.4kV/23kV para una potencia disponible total de 7.5 MVA;
- N. 3 grupos electrógenos con transformación baja/media tensión para el portal del lado de Argentina 0.4kV/23kV para una potencia disponible total de 7.5 MVA;

Para la distribución a los locales técnicos internos del túnel está prevista una arteria dorsal de media tensión 23kV, con células de llegada/partida dotadas de interruptores motorizados para una completa flexibilidad de gestión de la red MT.

Se ha previsto además una gestión automática del sistema eléctrico, para permitir reconfigurar la red MT cuando se detecta una avería (pérdida de un punto de inyección, pérdida de un tramo de arteria MT, pérdida de una célula de llegada o partida MT, cortocircuito, etc.), y activar la correspondiente contralimentación para garantizar la continuidad del servicio.

5.1.2 Sistema eléctrico TAN + LAB

La configuración actualizada del sistema eléctrico final será la siguiente:

- N. 1 subestación alta/media tensión para el portal del lado de Chile 110kV/23kV, para el funcionamiento normal y calculada para alimentar el túnel + el laboratorio, potencia disponible 20 MVA;
- N. 1 subestación alta/media tensión para el portal del lado de Argentina 132kV/23kV, para el funcionamiento normal y calculada para alimentar el túnel + el laboratorio, potencia disponible 20 MVA;
- N. 5 grupos electrógenos con transformación baja/media tensión para el portal del lado de Chile 0.4kV/23kV para una potencia disponible total de 12.5 MVA;
- N. 5 grupos electrógenos con transformación baja/media tensión para el portal del lado de Argentina 0.4kV/23kV para una potencia disponible total de 12.5 MVA.

Para la distribución a los locales técnicos internos del túnel y del laboratorio, se han previsto dos arterias dorsales de media tensión 23kV, con células de llegada/partida provistas de interruptores motorizados para una completa flexibilidad de gestión de la red MT.

5.1.3 Balance energético

A continuación se presentan los datos de potencia de los consumidores eléctricos previstos para todas las instalaciones eléctricas, mecánicas y especiales del laboratorio, subdivididos por el correspondiente cuadro eléctrico de zona/ambiente previsto.

Para cada consumidor se indican los siguientes coeficientes:

- Coeficiente de uso (K_u), es decir la relación entre la potencia que se prevé que el equipo puede absorber en el ejercicio ordinario y la máxima potencia que el mismo equipo puede absorber.
- Coeficiente de contemporaneidad (K_c), para considerar el funcionamiento contemporáneo de los equipos instalados.

| BALANCE ENERGÉTICO | | | | | | | | |
|---|------------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| Lista de consumidores | Red Normal | | | | Red Emergencia | | | |
| | (kW) | K _u | K _c | Totale kW | (kW) | K _u | K _c | Totale kW |
| Q(A) - Depósito | | | | | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - grupos de tomas deposito | 20.00 | 0.80 | 0.30 | 4.80 | | | | |
| - grupos de tomas sala compresor | 6.00 | 0.80 | 0.30 | 1.44 | | | | |
| - grupos de tomas sala de instrumento | 6.00 | 0.80 | 0.30 | 1.44 | | | | |
| - grupos de tomas sala instrumentos | 6.00 | 0.80 | 0.30 | 1.44 | | | | |
| - tomas deposito | | | | | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 0.38 |
| - tomas sala compresor | | | | | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 0.38 |
| - tomas sala de instrumento | | | | | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 0.38 |
| - tomas sala instrumentos | | | | | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 0.38 |
| - iluminación tunel sector geofísica | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| - iluminación sale sector geofísica | 0.80 | 1.00 | 1.00 | 0.80 | | | | |
| - sistemas especiales | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| Q(G) - Sala para otros experimentos | | | | | | | | |
| - iluminación sale sector geofísica | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | | | | |
| - grupos de tomas Sala para otros experimentos | 6.00 | 0.80 | 0.30 | 1.44 | | | | |
| - grupos de tomas Sala para sensores de largo periodo | 6.00 | 0.80 | 0.30 | 1.44 | | | | |
| - grupos de tomas Sala para sensores de corto periodo | 6.00 | 0.80 | 0.30 | 1.44 | | | | |
| - tomas Sala para otros experimentos | | | | | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 0.38 |
| - tomas Sala para sensores de largo periodo | | | | | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 0.38 |
| - tomas Sala para sensores de corto periodo | | | | | 0.60 | 0.80 | 0.80 | 0.38 |
| - sistemas especiales | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QCP - Caverna principal | | | | | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - puente grúa | 40.00 | 0.90 | 0.80 | 28.80 | | | | |
| - bombas de elevación | 5.00 | 0.90 | 0.80 | 3.60 | | | | |
| - grupos de tomas | 80.00 | 0.80 | 0.20 | 12.80 | | | | |
| - grupos de tomas | | | | | 1.50 | 0.80 | 0.80 | 0.96 |
| - iluminación bypass de escape | | | | | 0.15 | 1.00 | 1.00 | 0.15 |
| - iluminación | 3.60 | 1.00 | 1.00 | 3.60 | 1.80 | 1.00 | 1.00 | 1.80 |
| - sistemas especiales | | | | | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 0.60 |
| QCS - Caverna secundaria | | | | | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - puente grúa | 25.00 | 0.90 | 0.80 | 18.00 | | | | |
| - grupos de tomas | 60.00 | 0.80 | 0.30 | 14.40 | | | | |
| - grupos de tomas | | | | | 1.20 | 0.80 | 0.80 | 0.77 |
| - iluminación | 2.70 | 1.00 | 1.00 | 2.70 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| QES - Escalera | | | | | | | | |
| - iluminación | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| - sistemas especiales | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QST - Sala Tecnica | | | | | | | | |
| - compresore | 10.00 | 0.90 | 0.80 | 7.20 | | | | |
| - polipasto | 15.00 | 0.90 | 0.80 | 10.80 | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - grupos de tomas | 20.00 | 0.80 | 0.25 | 4.00 | | | | |
| - carga veicoli | 20.00 | 0.80 | 0.50 | 8.00 | | | | |
| - iluminación tunel entrada/salida/zona de transito | 2.40 | 1.00 | 1.00 | 2.40 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.20 |
| - iluminación galeria de escape | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 0.60 |
| - iluminación sala tecnica | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 | 0.15 | 1.00 | 1.00 | 0.15 |
| - sistemas especiales | | | | | 3.00 | 0.90 | 0.90 | 2.43 |
| QLB - Laboratorio biología | | | | | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - tomas por personal computer | 5.00 | 0.80 | 0.80 | 3.20 | 5.00 | 0.80 | 0.80 | 3.20 |
| - caldera eléctrica | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - grupos de tomas | 10.00 | 0.80 | 0.80 | 6.40 | | | | |
| - iluminación | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QPP - Pozo principal | | | | | | | | |
| - puente grúa | 25.00 | 0.90 | 0.80 | 18.00 | | | | |
| - grupos de tomas | 20.00 | 0.80 | 0.25 | 4.00 | | | | |
| - tomas | | | | | 0.90 | 0.80 | 0.80 | 0.58 |
| - iluminación | 1.80 | 1.00 | 1.00 | 1.80 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| - sistemas especiales | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QPPP - Piede pozo principal | | | | | | | | |
| - bombas de elevación | 10.00 | 0.90 | 0.80 | 7.20 | | | | |
| - sistemas especiales | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |

| | | | | | | | | |
|--|----------|------|------|-----------------|------|------|------|--------------|
| QSCLI - Sala climatización | | | | | | | | |
| - bombas de calor | 75.00 | 1.00 | 1.00 | 75.00 | | | | |
| - bombas de circulación | 8.00 | 1.00 | 1.00 | 8.00 | | | | |
| - auxiliares ventilación | 3.00 | 0.90 | 0.80 | 2.16 | | | | |
| - grupos de tomas | 20.00 | 0.80 | 0.25 | 4.00 | | | | |
| - iluminación | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 | 0.15 | 1.00 | 1.00 | 0.15 |
| - sistemas especiales | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QSEA - Sala experimental adicional | | | | | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - grupos de tomas | 40.00 | 0.80 | 0.30 | 9.60 | | | | |
| - tomas | | | | | 0.90 | 0.80 | 0.80 | 0.58 |
| - iluminación | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QSECO - Sala de emergencia/comedo/oficina | | | | | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - tomas por personal computer | 5.00 | 0.80 | 0.80 | 3.20 | 5.00 | 0.80 | 0.80 | 3.20 |
| - tomas cocina | 3.00 | 0.90 | 0.80 | 2.16 | | | | |
| - caldera eléctrica | 1.50 | 0.90 | 0.80 | 1.08 | | | | |
| - iluminación | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QSL - Salas limpias | | | | | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - predisposición salas limpia | 15.00 | 0.90 | 0.80 | 10.80 | | | | |
| - tomas por personal computer | 10.00 | 0.80 | 0.50 | 4.00 | 8.00 | 0.80 | 0.50 | 3.20 |
| - iluminación | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 0.60 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QSTRA - Sala tratamiento retención aguas | | | | | | | | |
| - reactor biológico | 5.00 | 0.90 | 0.80 | 3.60 | | | | |
| - tratamiento de agua potable | 15.00 | 0.90 | 0.80 | 10.80 | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.00 | 0.90 | 0.80 | 0.72 | | | | |
| - grupos de tomas | 20.00 | 0.80 | 0.30 | 4.80 | | | | |
| - iluminación | 0.20 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.10 | 1.00 | 1.00 | 0.10 |
| - sistemas especiales | | | | | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 0.30 |
| QSVEN - Sala ventilación | | | | | | | | |
| - monobloques | 164.00 | 1.00 | 1.00 | 164.00 | | | | |
| - evaporadores | 1'165.00 | 1.00 | 1.00 | 1'165.00 | | | | |
| - auxiliares ventilación | 3.00 | 0.90 | 0.80 | 2.16 | | | | |
| - grupos de tomas | 20.00 | 0.80 | 0.25 | 4.00 | | | | |
| - iluminación | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 0.60 |
| QSVENBAT - Sala ventilación | | | | | | | | |
| - Baterías para calentamiento | 1'200.00 | 1.00 | 1.00 | 1'200.00 | | | | |
| - auxiliares ventilación | 1.50 | 0.90 | 0.80 | 1.08 | | | | |
| Potencia comprometida (kW): | | | | 2'860.58 | | | | 28.63 |
| Total de potencia comprometida (kW): | | | | 2'889 | | | | |

5.1.4 Resumen de potencias eléctricas comprometidas

Además de la potencia eléctrica comprometida prevista para las instalaciones de uso funcional del laboratorio, se debe considerar una potencia disponible para las actividades y/o experimentos que se llevarán a cabo en el laboratorio.

| Consumo | Potencia [kW] |
|--------------|---------------|
| Funcional | 2'900 |
| Experimental | 2'000 |
| Total | 4'900 |

5.1.5 Dimensionamiento de los equipos

Para determinar las dimensiones de los principales equipos (transformadores, grupos de continuidad), se han considerado los siguientes criterios:

- Las potencias definidas en las tablas del capítulo anterior se han incrementado con un margen para la disponibilidad de reserva del 20% (futuras expansiones);
- Para los transformadores se ha tomado en cuenta el tipo de dispositivos que tienen importantes corrientes de arranque (ventiladores);
- Los valores de potencia corresponden a las dimensiones comerciales disponibles similares.

Los principales equipos eléctricos previstos se ilustran en los capítulos siguientes.

5.1.6 Transformadores MT/BT

El concepto que se ha utilizado es tener varios transformadores en paralelo, para ser insertados progresivamente según la carga efectiva requerida, según un plan programático preestablecido, y optimizar lo más posible el rendimiento de dichos equipos de transformación.

En la sala técnica se han previsto n.3 transformadores 23/0.4 kV con las dimensiones que se muestran en la siguiente tabla:

| Dispositivo | Potencia eléctrica | | | Potencia del transformador [kVA] |
|-------------------|--------------------|-------|--------------|----------------------------------|
| | Compromiso | | Reserva +20% | |
| | [kW] | [kVA] | [kVA] | |
| Transformador TR1 | 1'590 | 1'767 | 2'120 | 2'500 |
| Transformador TR2 | 1'590 | 1'767 | 2'120 | 2'500 |
| Transformador TR3 | 1'590 | 1'767 | 2'120 | 2'500 |

5.1.7 Propiedad de aislamiento del aire en relación con la altura

Al aumentar la altura sobre el nivel del mar, la propiedad de aislamiento del aire disminuye debido al enrarecimiento del aire. Según la norma IEC 62271-1 – High-voltage switchgear and controlgear, esta disminución de la propiedad de aislamiento está autorizada hasta una altura de 1000 m. Por encima de esta cota, se debe tomar en consideración un nivel de aislamiento superior. Este resulta de la multiplicación del nivel de aislamiento asignado para las alturas comprendidas entre 0 y 1000 y el factor de corrección de altura k_a .

Como el túnel de Agua Negra se encuentra situado en una cota altimétrica media de 3853 m, el cálculo de los dispositivos eléctricos debe tomar en cuenta este fenómeno aplicando un factor $k_a=1.45$

5.1.8 Clasificación de ambientes

En el estado actual no se cuenta con información para determinar la eventual presencia de elementos tales que generen la presencia de gases combustibles. En consecuencia, no resulta posible elaborar una clasificación específica de las zonas según la norma IEC 60079-10 "Classification of areas – Explosive gas atmospheres".

Como precaución para aquellos ambientes internos del laboratorio donde se han previsto actividades experimentales, los equipos de las instalaciones eléctricas deben tener características idóneas para Zona 2, área en la cual, durante las actividades normales, no es probable la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla de aire y sustancias inflamables bajo la forma de gas, vapor o niebla, y en el caso de que se verifique, sea únicamente de breve duración.

El equipamiento de las instalaciones previsto se deben considerar como una "instalación base"; para las reales exigencias futuras se deben prever incorporaciones puntuales y específicas para cada experimento, previsto con la correspondiente evaluación de riesgo y la correspondiente clasificación.

5.1.9 Distribución de baja tensión

Del cuadro general de baja tensión, previsto en la sala técnica, se derivarán las líneas principales de distribución hacia los subcuadros de los diferentes ambientes del laboratorio.

Para cada ambiente se ha previsto entonces un armario eléctrico de protección y comando de los circuitos finales previstos para la fuerza motriz (grupos de tomas) y la iluminación.

Los armarios tendrán doble alimentación y correspondiente discriminación para los circuitos de las líneas normales 400/230V y los circuitos de las líneas de emergencia (sin interrupción).

Todas las protecciones de los circuitos estarán provistas de contactos auxiliares para monitorear, a través del equipo de supervisión, el estado de funcionamiento y/o las alarmas de intervención.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los cuadros eléctricos previstos y su ubicación:

| SIGLA | AMBIENTE |
|--------|--|
| Q(A) | Cuadro eléctrico depósito |
| Q(G) | Cuadro eléctrico sala para otros experimentos |
| QCEO18 | Cuadro eléctrico canal ventilación |
| QCP | Cuadro eléctrico caverna principal |
| QCS | Cuadro eléctrico caverna secundaria |
| QES | Cuadro eléctrico escalera |
| QGENBT | Cuadro eléctrico general baja tensión |
| QLB | Cuadro eléctrico laboratorio biología |
| QPP | Cuadro eléctrico pozo principal |
| QPPP | Cuadro eléctrico pie pozo principal |
| QSCLI | Cuadro eléctrico sala climatización |
| QSEA | Cuadro eléctrico sala experimental adicional |
| QSECO | Cuadro eléctrico sala de emergencia/comedor/taller |
| QSL | Cuadro eléctrico salas limpias |
| QST | Cuadro eléctrico sala técnica |
| QSTRA | Cuadro eléctrico sala tratamiento retención aguas |
| QSVBAT | Cuadro eléctrico baterías para calentamiento |
| QSVEN | Cuadro eléctrico sala ventilación |

5.1.10 Grupos de tomas

En todos los ambientes del laboratorio donde haya instalaciones científicas se ha previsto la instalación de grupos de tomas en la pared, conforme a los siguientes estándares IEC 309:

| Posición de Descarga a tierra | 2P+T | 3P+T | 3P+N+T |
|-------------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| 120° / 4h | 100-130V c.a. | 100-130V c.a. | 57-75 / 100-130V c.a. |
| 180° / 6h | 200-250V c.a. | 380-418V c.a. | 200-240 / 346-415V c.a. |
| 270° / 9h | 380-415V c.a. | 200-250V c.a. | 120-144 / 208-250V c.a. |

Por lo tanto se han previsto sistemas completos de tomas industriales compactas para usos pesados y aptas para Zona 2 (gas).

Las tomas se instalarán en batería sobre una placa en la pared, estarán provistas de un interruptor de todo el bloque y protección magnetotérmica, con la siguiente composición:

- N. 1 toma 32 A 3P+N+T 400V
- N. 1 toma 16 A 3P+N+T 400V
- N. 1 toma 16 A 3P+T 400V
- N. 1 toma 16 A 2P+T 230V
- N. 1 toma 16 A 3P+T 200V
- N. 1 toma 16 A 2P+T 120V.

Se ha previsto la colocación de un cuadro de tomas cada 20 metros.

La alimentación eléctrica de los grupos de tomas será derivada del cuadro eléctrico de la correspondiente zona/ambiente.

La cantidad y ubicación de los grupos de tomas se señala en los diseños gráficos.

5.1.11 Líneas de alimentación

Las líneas dorsales de alimentación deben estar calculadas tomando en cuenta la corriente de uso lb de los usuarios, considerando los apropiados coeficientes de contemporaneidad.

La sección de los conductores debe tener en cuenta la capacidad efectiva de los cables y los coeficientes de corrección dados por la temperatura del ambiente y el tipo de instalación.

La caída de tensión no deberá superar en cualquier punto de la instalación usuaria el 4% de la tensión nominal.

5.1.12 Grupos de continuidad

Todos los dispositivos sensibles estarán alimentados por grupos de continuidad para garantizar el funcionamiento incluso en caso de que falte la alimentación normal, por medio de baterías de acumuladores calculados para garantizar una autonomía mínima de 60 minutos.

| Dispositivo | Potencia eléctrica | | | Potencia UPS [kVA] |
|-------------|--------------------|-------|--------------|-----------------------|
| | Compromiso | | Reserva +20% | |
| | [kW] | [kVA] | [kVA] | |
| UPS 1 | 14.5 | 16 | 19 | 25 |
| UPS 2 | 14.5 | 16 | 19 | 25 |

5.1.13 Carga de baterías

En la zona de tránsito y estacionamiento se han previsto estaciones de carga para los vehículos eléctricos previstos en el interior del laboratorio.

No se ha considerado el uso de vehículos con baterías de plomo de tipo abierto.

Los estándares internacionales de referencia para las estaciones de carga se encuentran en continua evolución, por lo tanto en la fase de construcción se deberá considerar una instalación adecuada para el efectivo parque de vehículos previsto, según el tipo de carga, de conectores y el protocolo de comunicación.

5.2 Iluminación

La instalación de iluminación de los ambientes internos del laboratorio se ha proyectado a los fines de responder a los requisitos de iluminación previstos para las personas en lugares de trabajo en el interior, que corresponden a las exigencias de confort visual y de prestación visual previstas por las normas de referencia.

Los niveles medios de iluminación considerados, se indican en la siguiente tabla:

| Denominación de las áreas internas y función o actividad | Valor medio de iluminación que se debe mantener [lux] |
|--|---|
| Área de acceso/tránsito sector geofísica | 10 |
| Área de acceso/tránsito sector laboratorio | 50 |
| Ambientes sector geofísica | 100 |
| Ambientes sector laboratorio | 200 |
| Rampas de entrada/salida del laboratorio | 300 |
| Oficinas, enfermería | 500 |

5.2.1 Tránsito interno

Los aparatos de iluminación previstos son armaduras de tipo LED con cuerpo de acero inoxidable y difusor de vidrio templado, aptas para ser usadas en los ambientes con riesgo de explosión.

5.2.2 Espacios del laboratorio

Los aparatos de iluminación previstos son proyectores de LED con cuerpo de aluminio de fundición y difusor de vidrio templado, aptos para ser usados en ambientes con riesgo de explosión.

Eventuales iluminaciones suplementarias temporales en el interior de los ambientes serán posibles por medio de proyectores portátiles provistos de elementos de soporte.

5.2.3 Zona de oficinas

En la zona destinada a las oficinas se han previsto plafoneras de LED que cuentan con un grado de protección mínimo IP40, colocadas como plafón para iluminación directa, con difusor de luz de tipo dark-light, especialmente apto para los ambientes donde se utilizan videoterminals.

En la zona destinada a vestuarios, baños y comedor, los aparatos de iluminación deben tener un grado de protección IP55 mínimo.

En el interior de estos ambientes debe estar prevista una iluminación de seguridad que intervenga cuando falte la energía eléctrica y permita garantizar por lo menos 5 lux de iluminación promedio en correspondencia con las vías de escape y las salidas de seguridad, utilizando aparatos de iluminación alimentados por un sistema centralizado.

5.2.4 Iluminación de emergencia en los ambientes y vías de escape/tránsito

La iluminación de emergencia para las vías de escape/tránsito y para todos los ambientes generales, como por ejemplo las cavernas, el pozo, las salas técnicas/de instalaciones, se hará por medio de la alimentación de una parte de aparatos de iluminación previstos con los circuitos de emergencia (1 aparato cada 3).

Todos los aparatos de iluminación y las señales de escape deben estar provistos de tecnología LED y alimentados por el UPS.

5.3 Ventilación

Para garantizar un flujo correcto de aire del exterior a los ambientes subterráneos de los laboratorios se ha previsto una central de ventilación en el portal chileno.

Desde la central de ventilación, por medio de ventiladores centrífugos destinados a tal fin, el aire exterior será conducido al interior del túnel de ventilación del TAN hasta el punto de conexión con el conducto de ventilación del laboratorio Andes.

Para el aporte de aire exterior al laboratorio se han previsto n° 3 conductos de acero galvanizado diam. 1000 mm que pasan por dentro del túnel de ventilación del TAN.

Los conductos estarán aislado y sujetos con abrazaderas para garantizar la afluencia correcta del aire exterior del túnel de ventilación incluso durante la extracción de humos calientes provenientes del TAN.

La instalación de ventilación para el suministro de aire exterior al laboratorio está concebida y dimensionada para cumplir los requisitos de 3 formas distintas de funcionamiento, a saber:

1. Renovación higiénico sanitaria
2. Sobrepresión en el laboratorio Andes en caso de accidente en el TAN
3. Extracción de humo y calor de un incendio en el laboratorio Andes

Dimensionamiento y especificaciones, ver capítulo 5.7.1.3

5.3.1 *Entrada/salida del laboratorio*

Para facilitar a los usuarios del laboratorio el ingreso/salida de los vehículos que transitan por el TAN, se pueden utilizar la señalética y el correspondiente comando ya previstos en el TAM mismo.

Será necesario definir los procedimientos específicos, como por ejemplo:

- Programar el ingreso/salida del laboratorio en horarios establecidos
- Activar las señales luminosas de delimitación de carriles, para la eliminación temporánea del carril derecho de baja velocidad en las cercanías del laboratorio
- Definir las modalidades para la gestión de las comunicaciones entre el personal de las salas de control TAN y el personal que ingresa/sale del laboratorio

Para permitir el ingreso de los vehículos que salen del laboratorio al carril derecho del TAN, se han previsto linternas semafóricas entre el túnel de salida del laboratorio y el sector de tráfico

El control y la gestión de los semáforos estarán a cargo del TAN.

5.3.2 *Señalización del itinerario de éxodo*

En el túnel de conexión central del laboratorio se ha previsto un equipamiento con señalética de tipo "dinámico" para indicar al personal presente la dirección de escape que debe seguir en caso de accidente.

Los aparatos estarán colocados en el interior de cada compartimentación, con una distancia máxima de 25 metros, ubicados lateralmente a una altura de 2,00 m.

El equipo será activado exclusivamente en caso de accidente y el itinerario correcto será establecido por el sistema de supervisión y control.

5.4 Vigilancia

El sistema de supervisión del laboratorio estará alimentado por una serie de datos provenientes de sensores fijos y portátiles. La adquisición propuesta garantiza un alto grado de seguridad, permite identificar con facilidad los peligros y efectuar una gestión eficaz de las alarmas.

La seguridad prevista para el personal del laboratorio está garantizada por medio del monitoreo continuo del ambiente y de los individuos. Medidas primarias se refieren a las concentraciones de los diversos gases y vapores que componen el aire, como el oxígeno, el monóxido de carbono y el radón.

También serán monitoreadas la temperatura y la humedad de los ambientes y se registrarán asimismo las dosis de radiación ionizante.

El laboratorio del Andes dispondrá de control de ingreso; el sistema propuesto es centralizado (gestión remota de los usuarios) y cuenta con badget, lectores programables y cerraduras eléctricas. Todas las zonas de acceso estarán vigiladas con cámaras.

5.4.1 *Instalación para detección de incendios*

En el laboratorio subterráneo estará prevista una instalación para detección de incendios cuyo principal objetivo es identificar un incendio por medio de un sistema automático de detección que señala precozmente los focos.

El sistema también debe garantizar al personal presente en el laboratorio la posibilidad de activar manualmente una señal de alarma, por medio de los pulsadores.

Para todas las zonas de acceso y de conexión se ha considerado el cable térmico lineal para detectar de manera eficaz las fuentes de calor provocadas por focos. Este tipo de sensores proporciona una localización precisa de la fuente de calor, incluso en el interior de una zona humeante.

La detección de incendios actúa sobre un umbral absoluto o sobre un umbral diferencial de temperatura y es capaz de generar una prealarma y una alarma.

Se ha previsto además una detección de incendio de tipo puntual para los locales del laboratorio y para los locales técnicos por medio del uso de detectores de incendio de tipo multi-criterio, capaces de relevar la presencia de humo y el progreso de la temperatura en el ambiente protegido. La instalación se completará con pulsadores de alarma manual, módulos de señalización óptico-acústica de las alarmas y una central antincendio comunicada con el sistema de supervisión. La conexión entre los detectores, los pulsadores, los módulos y las centrales se efectuará mediante líneas de comunicación en ciclo cerrado.

Se ha previsto la instalación de los equipos que se describen a continuación.

5.4.1.1 Central de fuego

Se ha previsto la instalación de una central de fuego dentro de la central técnica, dimensionada para la carga unitaria de todos los dispositivos conectados de detección/aviso en el campo y compatibles con la central misma. Deberá ser capaz de transmitir a distancia las alarmas.

La central de detección no solo debe estar alimentada por una red de emergencia sino contar también con baterías de baja tensión para garantizar una alimentación de reserva dentro del sistema por un mínimo de 60 minutos a partir del aviso de la primera alarma

5.4.1.2 Detectores puntuales de humo

Para los ambientes con altura no superior a los 8 metros, para la detección de incendios se ha previsto principalmente detectores multicriterio de humo y calor, cuyo radio de cobertura no debe ser superior a los 5,4 metros.

5.4.1.3 Detectores ópticos lineales de humo

Para los ambientes con una altura superior a los 8 metros, para la detección de incendio se ha previsto detectores ópticos lineales de humo que utilizan la atenuación y/o modulación de uno o más rayos ópticos utilizando un transmisor y un receptor y/o reflectores ópticos.

Para alturas superiores a los 12 metros se deben prever también detectores a cotas intermedias.

5.4.1.4 Pulsadores manuales de aviso

Para permitir una inmediata transmisión manual de las alarmas en caso de incendio, dentro del laboratorio estarán colocados pulsadores manuales de alarma bajo cristal a romper.

Los pulsadores estarán ubicados en lugares visibles, protegidos de ser accionado accidentalmente, ubicados a una altura del piso de aproximadamente 1,4 m y señalados con el cartel correspondiente.

5.4.1.5 Avisadores ópticos y acústicos

Se han previsto avisadores ópticos/acústicos en correspondencia con las entradas principales de los locales vigilados, para indicar a las eventuales cuadrillas de ayuda la ubicación del incendio de manera sencilla y unívoca.

También tienen la finalidad de advertir a eventuales personas que se encuentren en el interior de los locales la presencia de un incendio dentro del laboratorio.

5.4.1.6 Cable térmico lineal

Se ha previsto la instalación de un cable lineal térmico que recorre en toda su longitud todos los espacios de acceso/tránsito del laboratorio.

La instalación está prevista con eje en las vías transitables, con una distancia de por lo menos 30 cm del borde límite de cualquier otro dispositivo/equipo que forme parte de otras instalaciones, a fin de evitar eventuales efectos térmicos y electromagnéticos indeseados.

5.4.1.7 Ubicación

En la siguiente tabla se indican las cantidades y correspondiente ubicación de los dispositivos previstos:

| UBICACIÓN | Cable térmico lineal [m] | Detector de humo y temperatura | Detector de humo para conductos | Detector de humo lineal | Pulsador de alarma manual | Placa óptico acústica |
|--|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Túnel de entrada | 120 | - | - | - | - | - |
| Túnel de salida | 100 | - | - | - | - | - |
| Zona de tránsito y estacionamiento | 100 | - | - | - | - | - |
| Túnel de conexión central | 250 | - | - | - | 7 | - |
| Sala tratamiento/retención aguas | - | 2 | - | - | 1 | 1 |
| Sala técnica | - | 5 | - | - | 2 | 2 |
| Sala de emergencia/comedor/oficina | - | 11 | - | - | 2 | 2 |
| Galería de escape | 500 | - | - | - | - | - |
| Sala ventilación | - | 13 | 4 | - | 1 | 1 |
| Sala climatización | - | 3 | - | - | 1 | 1 |
| Sala experimental aislada | - | 8 | - | - | 1 | 1 |
| Canal de ventilación | - | - | - | - | - | - |
| Caverna secundaria | - | - | - | 4 | 1 | 1 |
| Pozo principal | - | - | - | 4 | 1 | - |
| Salas limpias | - | 7 | - | - | 1 | 1 |
| Caverna principal | - | - | - | 4 | 1 | 1 |
| Laboratorio biología | - | 10 | - | - | 1 | 1 |
| Deposito (A) | - | 3 | - | - | - | - |
| Sala compresor (C) | - | 2 | - | - | - | - |
| Sala de instrumento SG (D) | - | 3 | - | - | - | - |
| Sala instrumentos (E) | - | 3 | - | - | - | - |
| Túnel de acceso (F) | 200 | - | - | - | 6 | - |
| Sala para otros experimentos (G) | - | 3 | - | - | - | - |
| Sector para exetensómetros y clinómetros (J) | - | - | - | - | - | - |
| Sala para sensores de largo periodo (H) | - | 2 | - | - | - | - |
| Sala para sensores de corto periodo (K) | - | 2 | - | - | - | - |

5.4.2 Monitoreo ambiental

Se han previsto estaciones de monitoreo ambiental para el control de:

- Baja concentración de oxígeno
- Alta concentración de Radón
- Alta concentración de monóxido de carbono
- Temperatura ambiente
- Porcentaje de humedad.

Dichas estaciones comunicarán los datos relevados al sistema de supervisión que gestionará las alarmas de alerta y peligro para el personal que se encuentra en el Laboratorio.

5.4.3 Monitoreo individual

La radiación ionizante es invisible y los sentidos humanos no pueden advertirla de manera directa, por lo tanto, para la protección del personal deberán estar previstos dispositivos de protección individuales, como por ejemplo reveladores portátiles, con funciones de visualización y de alarma.

5.4.4 Videovigilancia

Se ha previsto la instalación de un sistema de videovigilancia.

El sistema de videocontrol tendrá las siguientes funciones:

- Proporcionar en tiempo real al personal encargado el control y la visión de todas las áreas de acceso y de tránsito del laboratorio;
- Grabar en video las imágenes para que estas puedan ser archivadas y estar disponibles por un lapso de tiempo determinado.

Las telecámaras se han previsto en correspondencia con cada acceso y a lo largo de las vías de tránsito y de fuga.

Serán de tipo IP y la conexión entre las cámaras y el armario de gestión se realizará a través de switch de campo distribuidos en los diversos ambientes.

Las cámaras estarán conectadas utilizando cables Cat. 7 y alimentadas a través de PoE (power over ethernet).

El armario de comando y gestión de la instalación de videovigilancia está previsto en la sala técnica, donde se colocarán los dispositivos que permitan las funciones de web-server y grabación.

5.4.5 Control de accesos

Se ha previsto la implementación de un sistema de control de acceso al laboratorio subterráneo, de todos los accesos, de los locales anexos y los locales técnicos, por medio de badge e integrado en el sistema de supervisión.

El sistema debe cumplir las siguientes funciones:

- Vigilar, controlar el ingreso y salida de las diversas personas que requieren el acceso al laboratorio con la compilación del informe y su registro;
- Controlar el estado de las puertas, abiertas o cerradas, por medio de contactos magnéticos y/o electromecánicos con el envío de las correspondientes señales al sistema de supervisión.
- Manejar la activación de las instalaciones de iluminación en los espacios de conexión después de la apertura de las puertas.
- Encargarse de que esté disponible la información necesaria para el control y gestión de las eventuales situaciones en caso de emergencia (por ejemplo la localización y el número de personas que se encuentran dentro del laboratorio).

La solicitud de ingreso permite al personal previamente autorizado el acceso a los diferentes tipos de entradas (puertas, portones, rejas/compuertas, etc.) utilizando, en vez de las llaves tradicionales, dispositivos más avanzados como magnetic badge o tag a transponder.

El sistema será de tipo avanzado, con control desde personal computer dedicado/ordenador dedicado, para asignar a los operadores eventuales restricciones de acceso y/o administrar distintos usos, como por ejemplo:

- Ingreso limitado a zonas de actuación
- Controlar diferentes grupos de operadores
- Ingresos en franjas horarias
- Validez temporal de los badge
- etc.

La apertura de las puertas controladas por el sistema se llevará a cabo por medio de una cerradura eléctrica activada por lectores magnéticos ubicados en el exterior de dicha puerta.

La misma puerta, internamente, deberá estar provista de un dispositivo de apertura manual si se encuentra en una vía de fuga en caso de emergencia.

Todos los accesos controlados estarán conectados directamente a la red informática con una conexión Ethernet.

La siguiente tabla resume los accesos subdivididos por ubicación y cantidad en los diferentes locales/ambientes que se encuentran dentro del laboratorio:

| Denominación | n° ambientes | n° de accesos controlados (entrada bidireccional) |
|-------------------------------------|--------------|---|
| Túnel de entrada | 1 | 1 |
| Túnel de salida | 2 | 1 |
| Zona de tránsito y estacionamiento | 3 | 2 |
| Sala de tratamiento/retención aguas | 4 | 1 |
| Sala técnica | 5 | 1 |
| Sala de emergencia/comedor/oficina | 6 | 1 |
| Galería de escape | 7 | 2 |
| Sala de ventilación y climatización | 8 | 2 |
| Sala experimental aislada | 9 | 1 |
| Canal de ventilación | 10 | 1 |
| Caverna secundaria | 11 | 1 |
| Pozo principal | 12 | 1 |
| Salas limpias | 13 | 1 |
| Caverna principal | 14 | 1 |
| Laboratorio de biología | 15 | 1 |
| Depósito (A) | 16 | 1 |

| | | |
|---|----|---|
| Sala del compresor (C) | 17 | 1 |
| Sala de instrumentos SG (D) | 18 | 1 |
| Sala instrumentos (E) | 19 | 1 |
| Túnel de acceso (F) | 20 | 1 |
| Sala para otros experimentos (G) | 21 | 1 |
| Sector para extensómetros y clinómetros (J) | 22 | 1 |
| Sala para sensores de largo periodo (H) | 23 | 1 |
| Sala para sensores de corto periodo (K) | 24 | 1 |

Las puertas vigiladas estarán conectadas directamente a las borneras inteligentes distribuidas del sistema de supervisión.

5.5 Sistema de gestión

Para el control de la automatización y la supervisión de los diferentes equipos previstos dentro del laboratorio, se ha previsto un sistema de gestión dedicado e independiente del que está previsto para el túnel.

Un problema técnico en uno de los dos sistemas no debe influir en la gestión del otro.

La única excepción es constituida por el sistema de extracción de humos, que sirve contemporáneamente el TAN y el Laboratorio.

El sistema de control del laboratorio necesariamente deberá ponerse a disposición de los operadores del túnel, por la interoperabilidad de las dos entidades.

El sistema de control del laboratorio deberá ser una estructura constituida por varios niveles de controladores automáticos y de cálculo que permitan una gestión óptima.

El sistema de control será autónomo y deberá reaccionar de manera automática a los eventos detectados por los sistemas de seguridad electromecánicos.

El sistema de control deberá proporcionar las interfaces hombre-máquina que permitan a los operadores de mantenimiento ejecutar determinadas maniobras manuales en los equipos.

El sistema de control deberá proporcionar indicaciones puntuales en caso de alteraciones y alarmas técnicas, de manera que permita los procedimientos de mantenimiento y reparación

En caso de alarmas o alteraciones operativas (por ej. la detección de un incendio) el sistema proporcionará los detalles sobre el tipo y la ubicación del accidente y activará las reacciones automáticas.

El sistema de control deberá memorizar en un banco de datos las teleseñales de relevamiento, a fin de permitir la reconstrucción de un eventual accidente o verificar a posteriori el funcionamiento de determinados equipos.

Características principales que debe tener el sistema de control:

- La Supervisión se basará en un sistema SCADA dedicado a la visualización, el control y el archivo de los procesos del laboratorio;
- Todo el control de las instalaciones del laboratorio será realizado a nivel "Automatización" con la ayuda de controladores de lógica programada (PLC) principales;
- Todas las diferentes instalaciones ubicadas a nivel "Terreno" se construirán con unidades de control remoto inteligentes (RTU) a través de los módulos de entrada/salida descentralizados;
- Las diferentes instalaciones pueden ser revisadas autónomamente a partir de los módulos entrada/salida a nivel "Terreno";
- Deberá estar prevista una arquitectura modular que permita realizar, modificar o reemplazar, de manera independiente, los equipos instalados sin interrumpir la ejecución de la obra.

5.5.1 Difusión sonora (EVAC) e instalación telefónica de emergencia

Se ha previsto un sistema para las llamadas de emergencia, constituido por 6 zonas y llamada general activada por los usuarios telefónicos. La arquitectura de la instalación ha previsto un armario en la sala técnica para ubicar los equipos de interfaz con el TAN, el equipamiento telefónico y la posición desplazada de los dispositivos de intercomunicación de terminal digital.

Desde estas terminales, realizadas con custodia protegida contra los agentes corrosivos para los ambientes más expuestos y grado de protección IP 66, será posible ejecutar, a viva voz y manos libres, tanto las funciones de teléfono de emergencia como las funciones telefónicas estándar (transferencia de llamada, repetición del último número, etc.).

Cada terminal está provista de su correspondiente repetidor de llamada acústico luminoso, cada usuario puede libremente digitar el número telefónico de cualquier otro usuario, cada usuario del sistema puede acceder a la difusión sonora (una sola zona, grupo de zonas, llamada general) y difundir el mensaje utilizando la terminal.

El equipo estará controlado por una unidad central, redundante, con standard para redes Ethernet para comunicaciones directas con otras terminales o IPBX.

Por medio del manejo de contactos on/off, interfazados al sistema de supervisión, será posible la difusión automática de mensajes grabados.

En cada zona se ha previsto altoparlantes trompetas amplificados IP66, con la línea dedicada controlada por unidad con circuito de diagnóstico.

Se han previsto además dos puestos de operadores, en los dos portales del TAN, constituidos por consolas para llamadas de emergencia.

5.5.2 *Instalación telefónica*

Se realizará una instalación telefónica para la comunicación interna/externa de los ambientes internos del laboratorio para el personal presente.

La instalación será distribuida por red Ethernet dedicada y a través de central IP-PBX estarán interfaceados los aparatos telefónicos IP PoE con instalación de mesa o en la pared.

Cada teléfono interno del laboratorio deberá ser accesible desde las distintas unidades instaladas en los diferentes ambientes.

Algunas unidades (oficinas,...) deberán poder conectarse directamente a las redes externas por eventuales necesidades.

En todo caso las posibilidades de acceso a las líneas externas de parte de los usuarios de la instalación serán configurables y definidas en detalle en fase ejecutiva según las reales necesidades.

Las modalidades de funcionamiento que ofrecerán los aparatos telefónicos serán diferentes según los ambientes donde se encuentren instalados. En los locales técnicos se instalarán aparatos con funciones básicas, para un bajo volumen de tráfico. En los ambientes usados como oficina se instalarán aparatos con características más avanzadas, adecuados para un uso frecuente.

5.6 **Instalaciones de cableado**

5.6.1 *Bandejas portacables*

Para la distribución de los diferentes equipamientos en el interior del laboratorio se han previsto sistemas de bandejas portacables, con derivación desde la sala técnica hasta los distintos usuarios en campo.

Por lo tanto, en correspondencia con cada túnel de conexión entre los diferentes ambientes se ha previsto un sistema de bandejas portacables lateral adosado a la pared, con varios niveles para la separación entre las instalaciones de energía (iluminación, etc.) y las instalaciones especiales (videovigilancia, detección de incendio, etc.).

El material del que estarán hechas es la vetroresina, para garantizar las principales ventajas siguientes:

- Total resistencia a la corrosión
- Garantía de duración en ambientes muy agresivos
- Insensibilidad a fenómenos de corrosión electrolítica
- Elevado grado de aislamiento eléctrico y ninguna necesidad de descarga a tierra
- Autoextinguible, sin emisión de humos tóxicos
- Total ausencia de halógenos

- Bajísima conductibilidad térmica
- Responde a las más severas normas internacionales sobre el fuego.

5.6.2 Sistema de canales en el piso

En la caverna principal y secundaria se ha previsto la instalación de un sistema de conductos en el piso donde se colocan bandejas portacables de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con tapa de tipo corredizo.

Se ha decidido una disposición longitudinal y transversal del sistema portacables para permitir una distribución homogénea de los futuros equipamientos.

Las canalizaciones en tierra estarán interconectadas a las dorsales previstas en el túnel de conexión central.

5.6.3 Red de transmisión de datos por fibra óptica

Se ha previsto un sistema de transmisión de datos por fibra óptica al servicio de las siguientes instalaciones internas en el laboratorio:

- Sistema de control técnico centralizado;
- Instalaciones de videovigilancia;
- Instalaciones de control de accesos;
- Instalaciones de sonorización;
- Instalaciones llamadas de emergencia;
- Instalaciones telefonía VoIP.

Todas las fibras ópticas que conforman toda la red de transmisión de datos serán de tipo monomodo 9/125 μm . Los cables FO estarán además previstos con protección antiroedores, con cubierta sin alógenos con baja emisión de humos, gases tóxicos y corrosivos, resistente al fuego, para instalaciones tanto en el interior como en el exterior.

La sollicitación por tracción en el momento de la colocación de las fibras ópticas debe ser medida y documentada (con protocolo de medición). Las indicaciones del fabricante (radio mínimo de curvatura, etc.) deben ser respetadas.

La temperatura durante la colocación de los cables con fibra óptica debe corresponder a las indicaciones requeridas para el tipo de cable utilizado.

Deberán ser previstos armarios de control destinados a las fibras ópticas, provistos de bastidores portamódulos 19"/4HE.

En la siguiente tabla se resumen los armarios de control y su ubicación:

| SIGLA | AMBIENTE |
|--------------|---|
| D(A) | Cuadro eléctrico depósito |
| D(G) | Cuadro eléctrico sala para otros experimentos |
| DCP | Cuadro eléctrico caverna principal |
| DES | Cuadro eléctrico escalera |
| DPP | Cuadro eléctrico pozo principal |
| DPPP | Cuadro eléctrico pie de pozo principal |
| DSCLI | Cuadro eléctrico sala climatización |
| DSL | Cuadro eléctrico salas limpias |
| DST | Cuadro eléctrico sala técnica |

Las dorsales de fibra óptica previstas se enumeran a continuación:

- N° 1 dorsal con cable de 24 FO en anillo para la parte del laboratorio con entrada y salida a la sala técnica;
- N° 1 dorsal con cable de 24 FO en anillo para la parte del sector geofísica con entrada y salida a la sala técnica;
- N° 1 dorsal con cable de 24 FO para la conexión de la sala técnica a la estación técnica de la central de ventilación Oeste del Túnel;
- N° 1 dorsal con cable de 24 FO para la conexión de la sala técnica con el portal lado Chile;
- N° 1 dorsal con cable de 24 FO para la conexión de la sala técnica con el portal lado Argentina.

5.6.4 Instalación de descarga a tierra

Se ha previsto una instalación de descarga a tierra a la que estarán conectados todos los conductores de protección instalados en las diferentes zonas/ambientes que abarca la instalación.

También se conectarán los conductores de equipotencialidad principales y suplementarios correspondientes a las masas extrañas (tuberías metálicas, estructuras metálicas, etc.)

La instalación de tierra tiene la función de interconectar todos los conductores de protección (PE) y las eventuales masas extrañas y se utiliza para la protección contra los contactos indirectos efectuando la interrupción automática de la alimentación mediante interruptores automáticos provistos de relé magnético y/o relé diferencial de corriente.

En el cuadro general de distribución BT debe estar prevista la instalación de un nodo equipotencial principal, conectado al circuito de dispersión general, del cual se deben derivar todos los conductores PE y los conductores de equipotencialización.

Los conductores equipotenciales principales deben tener una sección no inferior a la mitad que la del conductor de protección de sección más elevada de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin

embargo no se requiere que la sección supere los 25 mm² si el conductor equipotencial es de cobre o una sección de conductancia equivalente si el conductor es de otro material.

Un conductor equipotencial suplementario que conecte dos masas debe tener una sección no inferior a la del conductor de protección más pequeño conectado a estas masas.

Un conductor equipotencial suplementario debe tener una sección no inferior a la mitad de la sección del correspondiente conductor de protección.

Dada la conformación del laboratorio, la conexión a tierra será interfaceada con las dorsales de descarga a tierra previstas por el TAN.

En el proyecto ejecutivo la instalación a tierra será verificada a cargo del contratista, sobre todo en base a valores de corriente de primer defecto y tiempo de eliminación del defecto comunicado por el Ente distribuidor, y en base al estado del neutro (sistema de neutro aislado o sistema de neutro compensado)

5.7 Instalaciones anexas

Las instalaciones electromecánicas del laboratorio subterráneo se completarán con las instalaciones de los siguientes equipamientos anexas:

- Ventilación, calefacción y climatización
- Equipo de producción de calor
- Agua potable
- Instalación hídrica contra incendio
- Extintores
- Instalación de evacuación y tratamiento de las aguas
- Equipo de aire comprimido
- Equipo de grúas y elevadores
- Puertas / Portones.

5.7.1 Ventilación, calefacción y climatización

5.7.1.1 Criterios de planificación / dimensionamiento

5.7.1.1.1 Hacinamiento

El hacinamiento previsto para el laboratorio Andes es igual a 30 personas presentes de manera continuada (ver [3]).

5.7.1.1.2 Cálculo de aire exterior

El aire exterior que se debe inyectar en los locales será igual a:

- 1 vol/h para los locales donde no está prevista la presencia continuada de personas
- 2 vol/h para los locales donde está prevista la presencia continuada de personas.

Dicho cálculo contempla la contención de la concentración de gas Radón dentro de los parámetros de seguridad requeridos.

El caudal de aire exterior previsto cumple también con la necesidad de aire exterior prevista por las normas en referencia a la presencia de personas (ASHRAE 62.1 - 2.5 l/s persona).

Datos principales de la geometría del TAN:

El TAN está compuesto por dos túneles principales (Chile y Argentina), las dos centrales de ventilación al este y al oeste, y sus correspondientes túneles/pozos de ventilación. Los datos geométricos del túnel se han tomado del IBA del TAN que se informan en la Tabla 5-1.

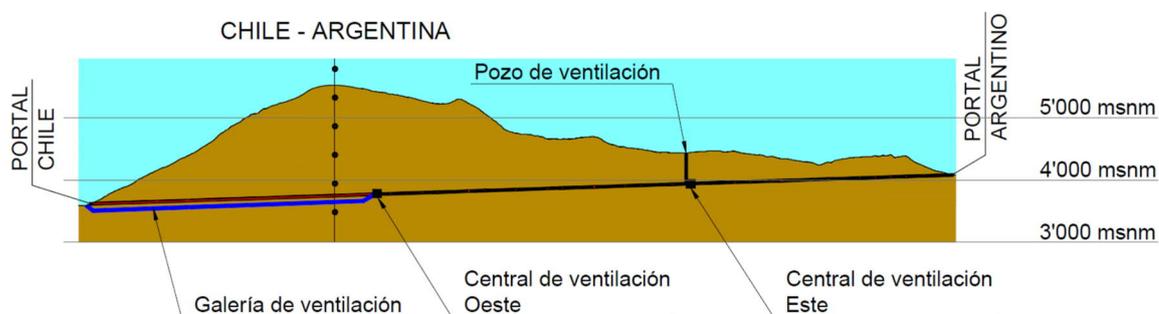


Ilustración 6: Cota altimétrica y pendiente en el túnel.

| | Túnel Norte | Túnel Sur |
|--|--|------------|
| Cota altimétrica media | 3853 m (portal Chile 3620 m, portal Argentina 4085 m) | |
| Longitud | 13'900 m | 13'900 m |
| Pendiente | -3.35% | +3.35% |
| Carriles | 2 x 3.75 m | 2 x 3.75 m |
| Tipo de perfil | Perfil en forma de herradura | |
| Plano/planta del sector tráfico | 7.5 m x 4.8 m (ancho x altura) | |
| Conexiones laterales | 54 cada 250 m | |
| Sección perforación (sector tráfico) | 54 m ² | |
| Sección perforación (túnel de ventilación) | 23.5 m ² | |
| Perímetro perforación | 29 m | |
| Diámetro hidráulico de la perforación | 7.6 m | |
| Longitud del túnel de ventilación | 4667 m | |

Tabla 5-1

5.7.1.1.3 Datos de la geometría Andes

El laboratorio Andes se encuentra ubicado dentro del TAN y aproximadamente a 4600 m del portal chileno en dirección a Argentina, a una altura igual a 3770 m s.l.m., otras informaciones se reportan en la Tabla 5-2

| | Longitud | Ancho | Altura | Volumen | Renovaciones por hora | Flujo volumétrico | |
|-----------------------------|----------|-------|--------|---------|-----------------------|-------------------|--------------|
| Compartimento | [m] | [m] | [m] | [m³] | [n°] | [m³/h] | [m³/s] |
| Corredor principal | 120 | 8 | 6.7 | 6432 | 8 | 51'456 | 14.29 |
| Galería de escape (0-100) | 100 | 6 | 5.15 | 3090 | 8 | 24'720 | 6.87 |
| Galería de escape (100-200) | 100 | 6 | 5.15 | 3090 | 8 | 24'720 | 6.87 |
| Galería de escape (200-300) | 100 | 6 | 5.15 | 3090 | 8 | 24'720 | 6.87 |
| Sala técnica | 10 | 10 | 7.5 | 750 | 8 | 6'000 | 1.67 |
| Caverna secundaria | 40 | 18 | 14 | 10080 | 8 | 80'640 | 22.40 |
| Salas limpias 1y2 | 20 | 10 | 7.7 | 1540 | 8 | 12'320 | 3.42 |
| Caverna principal | 50 | 25 | 23 | 28750 | 8 | 230'000 | 63.89 |
| Laboratorio biología | 20 | 10 | 7.7 | 1540 | 8 | 12'320 | 3.42 |
| Depósito A | 15 | 7 | 7.7 | 808.5 | 8 | 6'468 | 1.80 |
| Sala compresor | 12 | 4 | 7.7 | 369.6 | 8 | 2'957 | 0.82 |
| Sala experimental aislada | 30 | 5 | 7.7 | 1155 | 8 | 9'240 | 2.57 |
| Taller | 15 | 10 | 7.7 | 1155 | 8 | 9'240 | 2.57 |
| Pozo principal | 8.5 | 8.5 | 12 | 867 | 8 | 6'936 | 1.93 |

Tabla 5-2

5.7.1.1.4 Datos climáticos del proyecto de exteriores

- Densidad media del aire exterior 0.83 kg/m³
- Temperatura en verano del aire exterior 20.0 °C
- Humedad relativa en verano del aire exterior 40.0 %
- Temperatura invernal del aire exterior -20 °C
- Humedad relativa invernal del aire exterior 95 %

5.7.1.1.5 Datos climáticos del proyecto de interiores

Temperatura interna de la roca, relevada a la altura del laboratorio entre 50 y 60°C

- Locales con presencia continua de personas
 - ✓ Temperatura 22°C
 - ✓ Humedad 45/55%
- Locales con presencia discontinua de personas
 - ✓ Temperatura 26°C
 - ✓ Humedad 45/55%
- Locales sin presencia de personas o presencia saltuaria
 - ✓ Temperatura NC (non controlada)
 - ✓ Humedad NC (non controlada)

5.7.1.1.6 Locales con presencia continua de personas

- Oficina y sala de emergencia
- Sala de experimental aislada
- Salas limpias
- Laboratorio Biología
- Caverna principal
- Caverna secundaria

5.7.1.1.7 Locales con presencia discontinua de personas

- Zona de tránsito y estacionamiento
- Sala técnica
- Túnel de salida de tramo 2
- Sala ventilación
- Túnel de conexión
- Pozo principal
- Depósito A
- Sala compresor
- Sala bombas de calor

5.7.1.1.8 Locales sin presencia de personas o presencia saltuaria

- Túnel de entrada

- Sala de tratamiento agua
- Túnel de salida de tramo 1
- Galería de escape
- Sala de acceso fondo pozo

5.7.1.1.9 Caudal de aire y recambio de aire exterior

| | |
|--------------------------------------|----------|
| • Oficina y sala primeros auxilios | 2 vol/h |
| • Sala experimental aislada | 2 vol/h |
| • Sala limpia | 20 vol/h |
| • Laboratorio Biología | 10 vol/h |
| • Caverna principal | 2 vol/h |
| • Caverna secundaria | 2 vol/h |
| • Zona de tránsito y estacionamiento | 1 vol/h |
| • Sala técnica | 1 vol/h |
| • Túnel de salida de tramo 2 | 1 vol/h |
| • Sala ventilación | 1 vol/h |
| • Túnel de conexión | 2 vol/h |
| • Pozo principal | 2 vol/h |
| • Depósito A | 1 vol/h |
| • Sala compresor | 1 vol/h |
| • Sala bombas de calor | 1 vol/h |
| • Túnel de entrada | 1 vol/h |
| • Sala de tratamiento agua | 1 vol/h |
| • Túnel de salida de tramo 1 | 1 vol/h |
| • Galería de escape | 1 vol/h |
| • Sala de acceso fondo pozo | 1 vol/h |

5.7.1.2 Descripción de la instalación

Para el control de la temperatura interna del laboratorio se necesita una absorción continua del calor disipado en el ambiente, ver Tabla 5-3

El calor disipado en el ambiente deriva principalmente de dos factores que son:

Disipaciones internas (aportes por actividades metabólicas, iluminación y equipos eléctricos) y

Reingresos de calor desde las paredes perimetrales.

Los valores asumidos para los diversos locales resultan:

| Locales | Reingresos | Iluminación | Disipaciones internas | tot. |
|--------------------------------|------------|---------------------|-----------------------|------|
| | [kW] | [W/m ²] | [W/m ²] | [kW] |
| Túnel de entrada | 19 | 10 | | 26.3 |
| Sala tratamiento agua | 2 | 10 | | 2.7 |
| Zona de tránsito y estacionam. | 32 | 10 | 5 | 51.8 |
| Sala técnica | 4 | 10 | 10 | 7.2 |
| Oficina y sala emergencia | 3 | 10 | 25 | 8.6 |
| Túnel de salida tramo 1 | 9 | 10 | | 12 |
| Túnel de salida tramo 2 | 9 | 10 | | 13.3 |
| Sala ventilación | 17 | 10 | | 22.5 |
| Túnel de conexión | 39 | 10 | 5 | 68.3 |
| Sala experimental adicional | 7 | 10 | 5 | 10.9 |
| Caverna secundaria | 20 | 10 | 10 | 33 |
| Sala limpias | 7 | 10 | 50 | 16.3 |
| Caverna principal | 43 | 10 | 10 | 67 |
| Laboratorio biología | 7 | 10 | 50 | 19.4 |
| Pozo principal | 27 | 10 | 10 | 41.2 |
| Deposito A | 4 | 10 | 5 | 5.7 |
| Sala compresor | 4 | 10 | 25 | 5.9 |
| Galería de escape | 49 | 10 | 5 | 77.1 |
| Sala de acceso fondo pozo | 14 | 10 | | 19.1 |
| Sala bombas de calor | 4 | 10 | 80 | 15.9 |

Tabla 5-3

5.7.1.3 Ventilación

La instalación de ventilación para el suministro de aire exterior en el laboratorio resulta concebida y calculada para cumplir con los requerimientos de 3 modalidades distintas de funcionamiento, a saber:

1. Renovación higiénico sanitaria
2. Sobrepresión en el laboratorio Andes en caso de accidente en el TAN
3. Extracción de humo y calor por incendio en el laboratorio Andes

5.7.1.3.1 Caso 1. Renovación higiénico sanitaria

Durante el funcionamiento normal el equipo de ventilación para el aporte de aire externo al laboratorio Andes cumple la tarea de suministrar aire fresco destinado a la renovación del aire del ambiente para garantizar la salubridad de los lugares donde es continua la presencia de personas.

La dosificación de aire exterior suministrado al laboratorio se ha calculado y garantizado para el control de la concentración de gas Radón en el interior de los ambientes, como se indica en el documento "6198.1-R-01-Lineamientos de diseño":

- Caso ideal 15 Bq/m³
- Caso mínimo 150 Bq/m³

La cantidad de aire inyectada para mantener la concentración de Radón dentro de los límites permitidos garantiza de esa manera el volumen mínimo de renovación higiénica del aire previsto por la norma ASHRAE 62.1.

Para el correcto aporte de aire exterior vehiculado, como se describe arriba, se han previsto superficies de expulsión del aire viciado del ambiente por medio de la sobrepresión desde el laboratorio Andes hacia el TAN.

El aire de salida transitará a través de aberturas especiales provistas de persianas cortafuego desde el laboratorio hacia el TAN por diferencia de presión.

5.7.1.3.2 Caso 2. Mantenimiento de la presión positiva en el laboratorio Andes

El laboratorio Andes resulta directamente comunicante con el Túnel Sur del TAN. La comunicación entre el TAN y el laboratorio se produce también a través del Túnel Sur.

En caso de un accidente crítico en el TAN, por ej. accidente automovilístico con correspondiente incendio y en consecuencia producción de humo cargado de los residuos de la combustión, el funcionamiento normal del laboratorio Andes debe quedar garantizado.

Para que esto sea posible, la inyección de aire exterior en el interior del laboratorio contribuye a generar un ambiente que cuente con una presión relativa mayor respecto a la del TAN, de modo tal que el humo y los residuos de la combustión quedan confinados en el exterior del laboratorio, lo que permite en primer lugar la salvaguardia de las personas y al mismo tiempo preserva de la contaminación el trabajo realizado en el interior del laboratorio

Los humos calientes provenientes del TAN serán encauzados hacia el interior del túnel de ventilación por medio de ventiladores de la central Oeste, y finalmente expulsados por el portal chileno. Las estructuras y conductos instalados en el túnel de ventilación deberán resistir 120 minutos bajo el efecto del humo caliente con temperatura igual a 600°C, clasificación según EN13501-4.

5.7.1.3.3 Caso 3. Extracción de humo y calor de incendio del laboratorio Andes

En caso de incendio dentro del laboratorio Andes, para garantizar la seguridad durante la fase de evacuación de los ocupantes de los lugares, vista la ubicación subterránea del laboratorio, vistos los itinerarios de éxodo y las actividades desarrolladas, se ha previsto un sistema de extracción de humo y calor (EFC) que en el interior de los locales del laboratorio aprovecha los mismos conductos de inyección del aire fresco invirtiendo el sentido del flujo del fluido.

Mediante un bypass en la ventilación del laboratorio local, la aspiración quedará garantizada por los ventiladores del TAN que introducirán los humos en el interior del túnel de ventilación y serán luego expulsados por el portal chileno.

Para permitir a los ventiladores del TAN que aspiren los humos producidos en el laboratorio, los conductos de abastecimiento de aire exterior serán interceptados en la central de ventilación Oeste del TAN.

Para prevenir infiltraciones de humo desde el túnel de ventilación en los conductos de abastecimiento de aire exterior del laboratorio, el mismo ventilador ubicado en la central de ventilación del portal Chile será mantenido en funcionamiento para mantener la presión estática en el tramo de conducto de categoría C, superior a la presión total del túnel de ventilación.

El ventilador referido en el párrafo anterior estará provisto de persiana de bypass para el correcto funcionamiento durante la fase que se está describiendo.

La instalación EFC resulta parcializada por zonas (compartimentos antincendio) de extracción, de manera de extraer humo y calor únicamente de la zona accidentada y aislar el humo en la misma mediante contraflujo de aire desde las zonas adyacentes no inferior a 1.5 m/s.

5.7.1.4 Dimensionamiento del ventilador TAN

Para la extracción de humo y calor de incendio en el laboratorio Andes, está previsto el uso de ventiladores TAN de palas variables porque se pueden poner en funcionamiento incluso con presiones estáticas adversas, mientras que los ventiladores con inversor estarían sujetos a inestabilidades aeráulicas en estas condiciones de funcionamiento.

| Escenario | Caudal unitario [m ³ /s] | Presión unitario [Pa] | Potencia unitario [kW] |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Evento ANDES: Zona 1 | 40.0 | 1900 | 110 |
| Evento ANDES: Zona 3 | 40.0 | 1550 | 90 |
| Evento ANDES: Zona 7 | 40.0 | 1770 | 110 |
| Evento ANDES: Zona 9 | 40.0 | 1820 | 100 |
| Evento ANDES: Zona 11 | 8.0 | 240 | 5 |

Tabla 5-4: Puntos de funcionamiento de los ventiladores en la central Oeste (extracción compartimental ANDES); densidad del aire de referencia de 0.77kg/m³.

Los mismos ventiladores se usan también para los casos de incendio en el TAN. Por lo tanto se deben considerar los puntos de funcionamiento descritos en el Capítulo 6.1. Los puntos de

funcionamiento que debe garantizar el ventilador TAN de la central Oeste están representados sobre una curva característica en la Ilustración 17.

Los ventiladores TAN serán chequeados según la norma EN 12101-3 para verificar su idoneidad para operar a 400°C por un período no inferior a 120 minutos (Clase F400).

5.7.1.4.1 Conductos

La ventilación de los locales queda garantizada por el aporte de aire exterior captado en el portal chileno y vehiculado mediante conductos de acero galvanizado colocados en el interior del túnel de ventilación del TAN. Ver Ilustración 7.

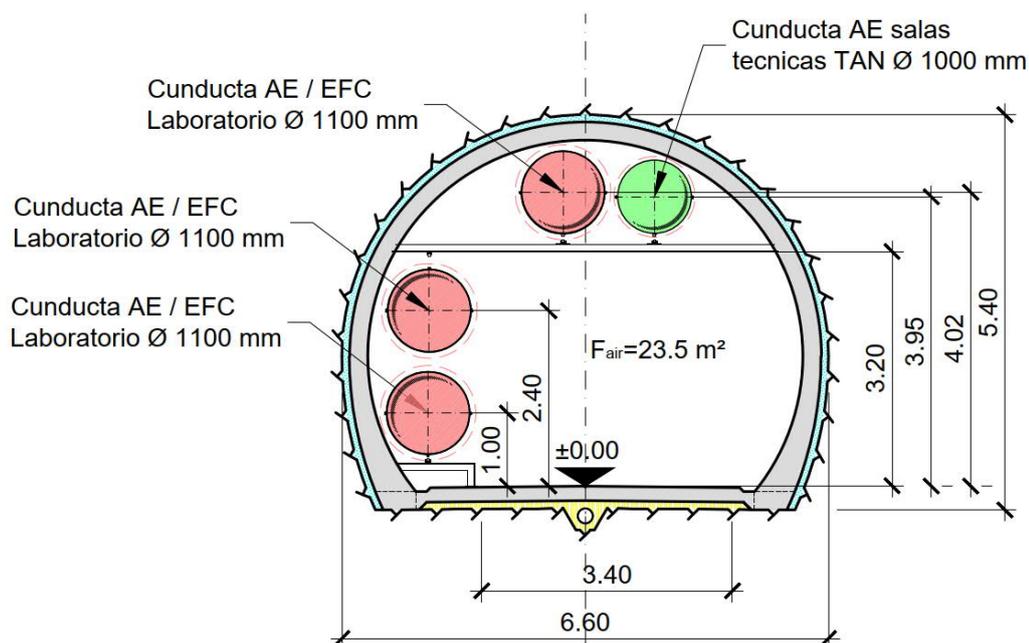


Ilustración 7: Sección del túnel de ventilación

Los conductos de acero galvanizado tendrán las características que se presentan en la Tabla 5-4

| | Valor | Unidad |
|-----------------------------|--|--------|
| Material | Acero galvanizado/inoxidable (por 2 km desde la central Oeste) | [-] |
| Diámetro interno | 1100 | mm |
| Espesor de la plancha | En función de las presiones diferenciales | [-] |
| Longitud del conducto | 4667 | m |
| Clase (permeabilidad) | C (standard) / Soldado y con brida (por 2 km desde la central Oeste) | - |
| Resistencia en sobrepresión | 6000 | Pa |
| Resistencia en depresión | 4000 | Pa |

Tabla 5-5: Forma específica del canal galvanizado

En el Portal chileno se ha previsto la instalación de n°2 ventiladores centrífugos con capacidad igual a 40,0 m³/s cad., con la potencia necesaria para vehicular el aire exterior, a través de los conductos en el túnel de ventilación, desde el exterior hasta la sala de ventilación del laboratorio.

Los conductos para el aporte de aire exterior al Laboratorio tienen una longitud de aprox. 4660,0 m.

Los conductos de suministro de aire exterior al laboratorio Andes están calculados y proyectados para resistir mecánicamente las solicitaciones previstas para:

- Pasaje interna de humos calientes (incendio en el laboratorio Andes)
- Lado externo en contacto con humos calientes (incendio en el TAN)
- Diferencias de presión entre interior y exterior de los conductos con ausencia de infiltraciones y en consecuencia de contaminación del aire exterior.

Con respecto a los conductos de suministro de aire exterior del laboratorio Andes, cabe señalar el hecho de que, durante la presencia de un incendio en el TAN y consiguiente extracción de humo y calor mediante la galería de ventilación, la diferencia de presión entre el interior del conducto (renovación sanitaria Andes) y el exterior (expulsión de humo y calor TAN) alcanza aproximadamente 2000 Pa.

Debido a la presencia de humos calientes en la galería de ventilación, los conductos de suministro deberán ser aisladas en clase A2-s1, d0 según la norma EN13501-1:2009, para que puedan ser aseguradas las 2 horas de estabilidad del conducto en acero. Si la temperatura en la toma de los monobloques supera los 80°C, el aporte de aire fresco al interior del Laboratorio deberá ser interrumpido.

Esto se debe a que el flujo de aire que ingresa al laboratorio y el humo que sale del TAN resultan contrapuestos y eso da origen a la situación en la cual la presión estática en el interior de los conductos es mínima y se verifica la máxima presión estática en el interior del túnel de ventilación. Ver Ilustración 8.

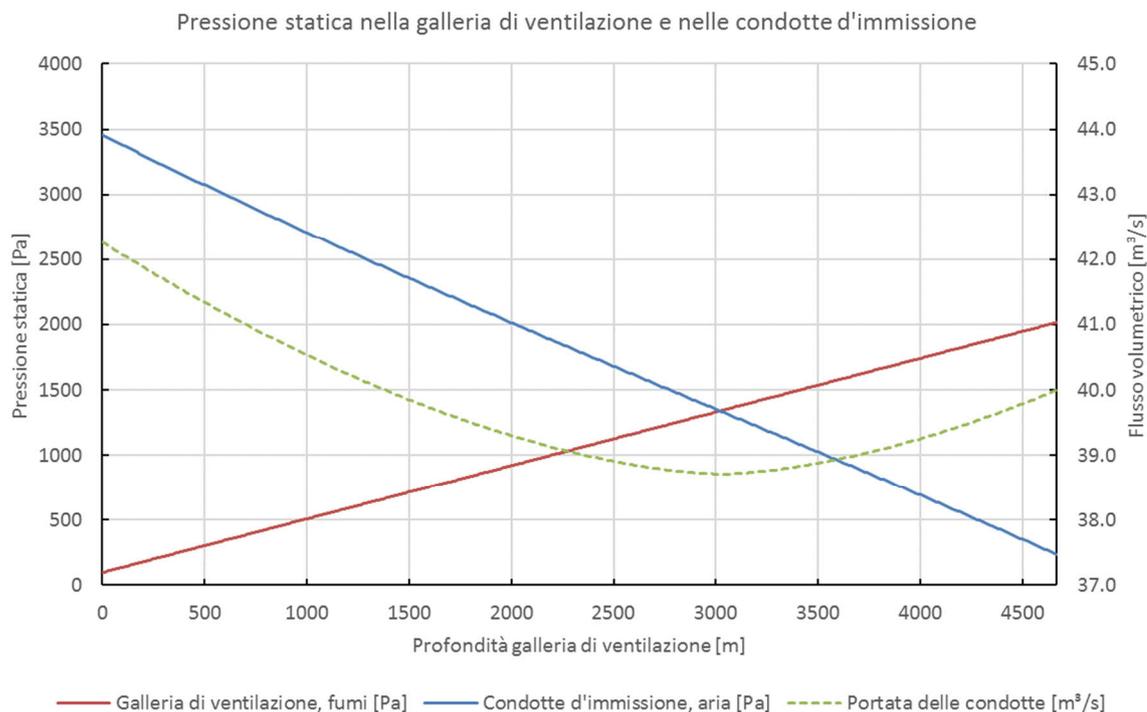


Ilustración 8: Comportamiento de las presiones internas/externas en los conductos de ventilación del laboratorio Andes

Como muestra el diagrama de arriba, aproximadamente a 3 km del portal Chile, en dirección al laboratorio Andes, en caso de incendio en el TAN la presión estática en el interior de los conductos de aire fresco del laboratorio resulta menor que la del túnel de ventilación.

Por una distancia total de 2,0 km desde la central de ventilación del TAN, para garantizar la estabilidad del sistema y prevenir la contaminación del aire externo destinado al laboratorio se ha optado por el uso de tuberías de chapa galvanizada que estarán soldadas para que los conductos queden completamente herméticos en relación con el ambiente externo circundante.

Los conductos de ventilación del laboratorio, en los primeros 3.0 km desde el portal chileno en dirección a la central de ventilación del TAN, estarán construidos con canalizaciones de chapa galvanizada con bridas y certificadas con clase de hermeticidad C según EN 12237.

Los conductos llegarán a la central Oeste de ventilación del TAN y se insertarán en un **plenum** construido con mampostería, bajo la superficie del piso, que pondrá en comunicación los conductos de aire exterior con la sala de ventilación del laboratorio Andes.

Los conductos se fijarán al interior del túnel de ventilación previendo soportes de punto fijo y de deslizamiento para conectar los conductos y permitir el alargamiento por dilatación térmica hacia los puntos establecidos de dilatación.

Todas las partes de fijación deberán resistir 120 min. bajo el efecto de humos calientes a 600°C

5.7.1.4.2 Ventilador ANDES

En el portal Chile se instalarán n° 2 ventiladores, uno como reserva del otro, con una capacidad igual a 40 m³/s.

Los ventiladores están calculados para el funcionamiento en régimen de renovación de aire y en régimen de emergencia referido a Accidente en el TAN.

No está previsto el funcionamiento de los ventiladores en caso de incendio en los laboratorios Andes.

El tiempo mínimo de funcionamiento durante la fase de emergencia en el TAN será igual a 2 horas.

Para el dimensionamiento de los ventiladores, en relación con el cálculo de las pérdidas de carga lineales y concentradas se ha adoptado el método de cálculo SIA 196.

Para el cómputo de las pérdidas de carga concentradas en relación con persianas, conductos, curvas, etc. se ha adoptado un coeficiente de pérdida de carga igual a 6.

La Tabla 5-6 resume brevemente los datos para el dimensionamiento.

| Escenario [-] | Caudal unitario [m ³ /s] | Presión unitario [Pa] | Potencia unitario [kW] |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Caso normal (sanitario) | 44.4 | 4300 | 265 |
| Incendio en el TAN | 43.6 | 4200 | 255 |
| Incendio en el ANDES | 0 | 0 | 0 |

Tabla 5-6: Datos para el dimensionamiento de los ventiladores Andes

La potencia de los motores eléctricos se ha calculado asumiendo los siguientes datos de referencia:

- Rendimiento del ventilador 0.72 %
- Densidad del aire 0.83 kg/m³

La distribución del aire exterior prevé el empleo de monobloques de ventilación provistos de ventiladores, filtros y baterías de purificación del aire para el enfriamiento y el calentamiento del aire. Ver Figura 5-6

Cada monobloque estará provisto de:

- Ventilador de impulsión directamente acoplado a un motor eléctrico comandado con inverter
- Ventilador de aspiración directamente acoplado a un motor eléctrico comandado con inverter
- Sección filtrante categoría G4
- Sección filtrante categoría F7
- Sección de aspiración con placas de flujo cruzado rendimiento 80%

- Batería de enfriamiento con tubos de acero inox, láminas de aluminio
- Sección de calentamiento con batería eléctrica 3x400 V 50 Hz
- Bastidor de aluminio
- Rejilla de perfiles tubulares de aluminio unidos en los ángulos con conexiones de aluminio inyectado, atornillados desde el exterior
- Paneles aislantes de 35 mm de espesor sin puente térmico con guarniciones de goma resistentes al envejecimiento en el bastidor.
- Paredes, plafones y fondos atornillados a los perfiles desde el exterior.
- Ejecución con doble cáscara aislada con espuma expansiva rígida eocompatible.

5.7.1.5 Calefacción

El laboratorio Andes no se ve afectado por los cambios climáticos estacionales y necesita durante todo el año evacuar el calor interno debido, como se ha visto anteriormente a los reingresos y a las disipaciones de calor internas.

El laboratorio utiliza un equipo de climatización de aire acondicionado con regulación del aire exterior en cantidad tal que mantenga la concentración de Radón a nivel idóneo para la presencia de personas.

El aire introducido en los locales resulta una mezcla entre el aire de reciclado y el aire exterior.

El aire mezclado atraviesa los monobloques de ventilación donde recibe un tratamiento térmico de calentamiento y humidificación.

A la salida del monobloque, mediante el ventilador de suministro y la red de conductos de chapa galvanizada, el aire llega a los locales y por medio de difusores y boquillas es introducida en ellos.

El aire es introducido en los locales a una temperatura igual a 15°C a fin de absorber el calor producido en el ambiente, y en función de las dimensiones específicas de los locales, alcanzar la temperatura deseada.

En la estación invernal, vista la dosificación de aire exterior garantizada y las rígidas temperaturas exteriores, el aire mezclado alcanza temperaturas máximas más bajas respecto de la temperatura de set-point de inyección igual a 15°C, por lo tanto el aire que circula a través de la batería eléctrica de calefacción sufre una elevación de la temperatura hasta alcanzar la temperatura de set-point.

La temperatura de la mezcla entre el aire reciclado y el aire exterior resulta no homogénea para todos los monobloques en cuanto la temperatura resulta directamente proporcional a la dosificación de aire exterior de la zona asociada.

Los monobloques al servicio de las zonas son 4 y las zonas servidas por cada monobloque resultan agrupadas por tipología y destino de uso de los locales.

Las zonas se identifican como:

Zona 01, Zona 02, Zona 03, Zona 04

Zona 01 comprende:

- Zona de tránsito y estacionamiento
- Sala técnica
- Túnel de salida de tramo 2
- Sala ventilación
- Depósito A
- Sala compresor

Zona 02 comprende

- Taller y sala de primeros auxilios
- Túnel de conexión
- Sala experimental aislada
- Pozo principal

Zona 3 comprende

- Caverna secundaria
- Caverna principal

Zona 4 comprende

- Salas limpias 1 y 2
- Laboratorio biología

5.7.1.6 Climatización

De manera análoga a la instalación de calefacción, en el verano la instalación de ventilación introducirá aire en los locales a una temperatura de 15°C.

Pero el tratamiento térmico hace pasar el aire mezclado por una batería de enfriamiento que recibe por el lado hidrónico el flujo de agua refrigerada con temperatura de entrada y salida, respectivamente de 7°C y 12°C.

5.7.1.7 Equipos de producción de energía/vapor

En el interior del laboratorio Andes hay una presencia continua de personas que desempeñan trabajos de investigación, servicio y mantenimiento.

Las actividades que se desarrollan y la actividad metabólica de las personas presentes introducen un calor en el ambiente que si no fuera eliminado generaría inevitablemente una elevación de la temperatura del ambiente.

Además, la necesidad de mantener la temperatura ambiente de los locales a un nivel apto para el metabolismo y las funciones fisiológicas humanas produce reingresos de calor desde las superficies que delimitan los ambientes.

Lo anterior resulta inevitable, dado que la roca se encuentra a una temperatura más elevada y en consecuencia el calor tiende a transferirse de un cuerpo caliente a un cuerpo frío hasta tanto no se establezca entre los dos sistemas un equilibrio térmico.

El laboratorio, vista la cobertura, no resiente los cambios climáticos estacionales del ambiente exterior.

Debido a la disipación del calor debido a los reingresos y a la producción interna, como se ha descrito en los puntos anteriores, se ha optado por una instalación de aire capaz de absorber y extraer calor de los ambientes para mantenerlos a la temperatura planificada (ver 5.7.1.1.5 / 5.7.1.1.6 / 5.7.1.1.7).

Como se ha dicho en los puntos anteriores, el aire en los locales será introducido a una temperatura fija igual a 15°C y en consecuencia el aire introducido deberá sufrir tratamientos térmicos para garantizar las condiciones planificadas.

Además de la temperatura, en el laboratorio Andes también estará controlada la humedad relativa que sobre todo en los meses invernales, con el aporte de aire exterior con bajo contenido higrométrico y el posterior calentamiento, corre el riesgo de llegar a valores demasiado bajos en relación con los estándares de bienestar termoigrométrico. Ver 5.7.1.1.5

Por lo que se refiere a la humidificación, se han previsto productores de vapor de electrodos inmersos con calentamiento eléctrico.

Dado que, como se ha descrito en el punto 5.7.1.1.9 en el interior del laboratorio también se introduce aire exterior para garantizar la salubridad de los lugares de trabajo, el aire recibe la influencia de la temperatura estacional de la proporción de aire exterior introducido.

Para cumplir dichas exigencias se utilizarán baterías para el intercambio térmico aire/agua, en el verano, y baterías eléctricas de calentamiento en el invierno.

Para la producción de agua refrigerada para el enfriamiento del aire en la época estival se instalarán n°2 bombas de calor condensadas por agua de torre.

Las bombas de calor serán instaladas en el local técnico destinado a tal fin en el interior del laboratorio, mientras que las torres de enfriamiento serán instaladas en el exterior del portal chileno.

Las baterías serán instaladas en el interior de los monobloques de ventilación.

Las baterías de enfriamiento estarán alimentadas con agua refrigerada 7/12°C:

5.7.1.7.1 Baterías eléctricas

Las baterías (ver Ilustración 9:) eléctricas estarán dimensionadas para elevar la temperatura del aire a 15°C.

Las baterías eléctricas serán alimentadas con corriente eléctrica 3 x 400 V 50 HZ y tendrán las potencias indicadas:

- UTA 01 112,0 kW
- UTA 02 303,0 kW
- UTA 03 81,0 kW
- UTA 04 32,0 kW

Las baterías eléctricas tendrán las siguientes características:

- Bastidor de chapa galvanizada
- Elementos calefactores formados por resistencias eléctricas acorazadas construidas de conformidad con las normas:
 1. CEI 61-50 primera edición
 2. EN 60335-1 de acuerdo con los requisitos esenciales de las directivas europeas CEE 73/23 y 93/68 CEE 89/336 y 93/68.
 3. N° 4 escalones de parcialización provistos de termostato de seguridad para cada etapa
 4. IP 54



Ilustración 9: Batería eléctrica

5.7.1.7.2 Bombas de calor

Para la dispersión del calor producido en el ambiente en la época estival se ha previsto la instalación de un equipo de agua refrigerada para la alimentación de las baterías de los monobloques.

Para la producción de agua refrigerada (7 – 12 °C) se utilizarán grupos frigoríficos condensados por agua, que funcionan con agua de torre (25 – 20 °C).

Los grupos frigoríficos tienen las siguientes características:

- Previstos n° 2 grupos frigoríficos
- Potencia térmica cad.200 kW en frío
- ΔT evaporador 7 – 12 °C
- ΔT condensador 20 – 25 °C

El calor absorbido por el evaporador de los grupos frigor será evacuado al exterior por medio de torre de enfriamiento ubicada en el portal chileno.

La conexión hidráulica entre los grupos frigor y la torre de enfriamiento se realizará por medio de circuito hidráulico transitante en el túnel de ventilación TAN

Para evitar el problema del hielo en la parte externa del circuito, en el local técnico del portal chileno se ha previsto la instalación de intercambiadores de calor de placas.

La parte externa del circuito estará cargada con mezcla de agua y glicol al 40%.

5.7.1.8 Sector Geofísica

En el sector geofísica no se prevé la presencia de personal. El proyecto no considera por lo tanto ningún sistema de ventilación ni de climatización.

En caso de temperaturas ambientales muy altas, que afectarían el funcionamiento de los instrumentos de medición, el proyecto prevé un sistema de enfriamiento local de algunos espacios y considera una unidad de enfriamiento con capacidad de 10 kW. La unidad de enfriamiento será a expansión directa con condensación de aire y contará con una unidad interna que podrá ser colocada en el interior del sector geofísica.

5.7.2 Agua potable

En el interior del laboratorio Andes se encuentran instalados locales y servicios que necesitan suministro de agua potable apta para el consumo humano, por ejemplo:

- Instalaciones de laboratorio, duchas, lavaojos, lavabos, etc.
- Servicios higiénicos para el personal
- Humidificación invernal climatización

Para cubrir dichas necesidades se ha calculado 4.5 l/s de agua potable.

La cantidad de agua necesaria será tomada de la red de alimentación de la instalación antincendio del TAN

El agua proveniente de la red antincendio del TAN no respeta las características fisicoquímicas de idoneidad para el consumo humano.

Con ese fin se ha previsto un equipo de potabilización (Ilustración **10:**) que mantenga los contaminantes de tipo microbico y los contaminantes de naturaleza química dentro de los parámetros permitidos para el consumo humano y por ende dentro de la declaración de potabilidad.

El equipo de potabilización debe prever los siguientes tratamientos:

- Tratamiento físico normal
- Tratamiento químico normal
- Afinado y desinfección

En particular el equipo de potabilización controlará:

- Control microbiano
- Arsénico
- Atracina
- Manganeseo
- Nitratos
- Dureza
- Salinidad
- Turbiedad



Ilustración 10: Equipo de potabilización

El equipo específico correcto para la potabilización del agua que se utilizará en el laboratorio Andes será evaluado con posterioridad al análisis fisicoquímico del agua de alimentación y deberá respetar las características de higiene previstas por la legislación vigente en el lugar.

Como el abastecimiento de agua prevé el uso del agua antincendio del TAN, debe estar previsto un reintegro en el tanque de alimentación, ubicado en el portal Argentina, que garantice un caudal mínimo útil de 4.5 l/s a fin de que el nivel de agua en el interior del tanque no sufra perturbaciones relevantes.

5.7.3 Instalación hídrica antincendio

La instalación hídrica antincendio del laboratorio Andes será derivada de la instalación antincendio del TAN.

Estarán previstos n° 6 puntos de toma de agua DN 65, (Ver Ilustración 12:) que se encontrarán únicamente en la zona de tránsito y estacionamiento de los vehículos.

La presión mínima de funcionamiento, 6.90 bar, lo mismo que en el TAN será generada por la diferencia de cota entre el tanque de almacenamiento y los puntos de toma y será conforme a lo requerido por la Norma NFPA 14.

Al hidrante en la posición hidráulica más desfavorable se le garantizará un caudal de 1200 l/min, resultante de la interfaz con la instalación/el mecanismo/el sistema de alimentación del TAN.

Cada hidrante estará provisto de regulador de caudal y válvula anti golpe de ariete, y contará con:

- Caja exterior de acero inox AISI 304 sin pintura
- Grifo hidrante DN 70 con rosca Storz
- Tubería flexible con revestimiento de poliéster de alta tenacidad con acoples Storz
- Lanza de caudal variable a leva DN 70

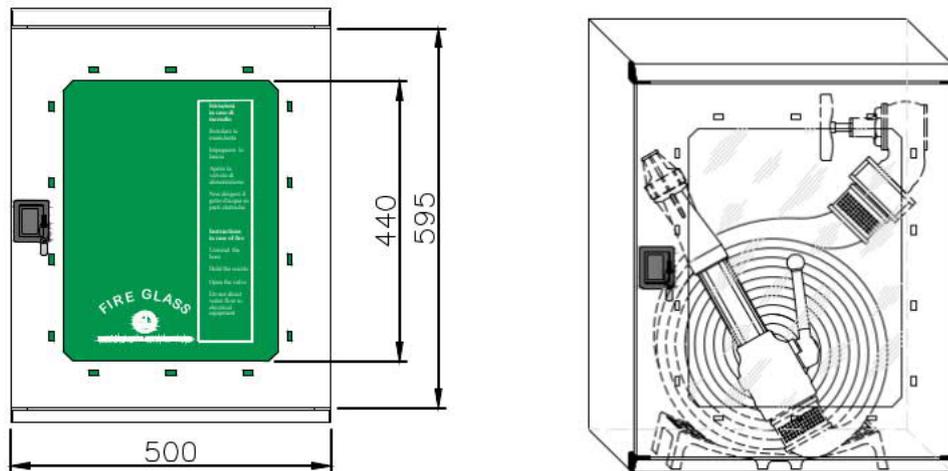


Ilustración 11: Caja antincendio DN 70, externo/interno

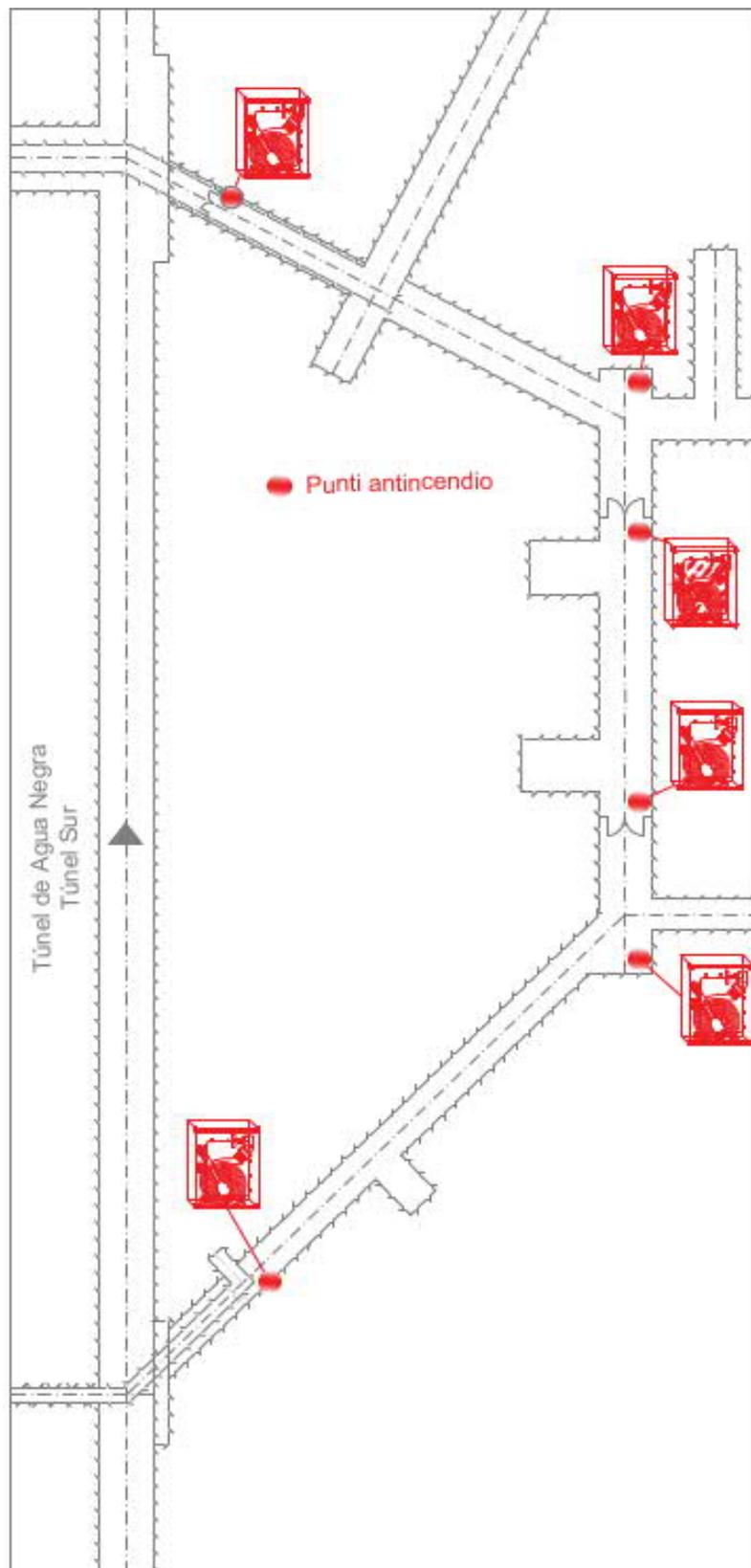


Ilustración 12: Puestos antincendio

5.7.4 Extintores

Para garantizar la seguridad y una respuesta rápida en caso de incendio se instalarán extintores portátiles adecuados a los ambientes donde se utilizan, en función del tipo y categoría de fuego.

En el laboratorio Andes se han considerado los siguientes tipos de fuego:

- Categoría B Fuego de líquidos inflamables
- Categoría C Fuego de gases
- Categoría E Fuego de equipos eléctricos/ instalaciones eléctricas

Para estos tipos de fuego se ha previsto la instalación de extintores portátiles de Bióxido de carbono (Co₂) de 6 kg con capacidad de extinción 113B, para ser instalados en posición a identificar en función del uso que tendrán en cada local.



Ilustración 13: Extintor CO₂

5.7.5 Instalación de Eliminación/Evacuación y tratamiento del agua

En el laboratorio Andes, por lo que se refiere a las aguas residuales, se encuentran diversos tipos de aguas residuales:

- Aguas de drenaje de infiltración
- Aguas residuales civiles
- Aguas residuales de laboratorio

5.7.5.1 Agua de infiltración

Las aguas de infiltraciones provenientes de la roca serán enviadas a la canalización del TAN y remitidas al portal chileno.

En el interior del laboratorio las aguas serán recogidas en alcantarillas que con la pendiente adecuada permitirán que el agua llegue hasta la canalización.

La vía de escape posterior al/ detrás del laboratorio presenta en cambio una pendiente contraria con el punto más bajo ($Z = 3746.0$) cercano al cruce entre la vía de escape y el corredor de acceso al fondo del pozo.

En el punto de cruce entre la vía de escape y el corredor de acceso al fondo del pozo se instalará una estación de bombeo pre-ensamblada y calculada para la elevación de la cantidad de agua de drenaje a fin de salvar la diferencia negativa de cota.

La estación de recolección y relanzamiento estará compuesta de la siguiente manera:

- Depósito de recolección 550 l con tapa transitable.
- Prensaestopas para cables de alimentación eléctrica
- Conexiones
 1. 4 x DN 100 Ingreso aguas residuales
 2. 2 x DN 50 Ventilación
 3. 2 x DN 65 Paso de los cables
 4. 2 x DN 50 Tubería para el vaciamiento del depósito
- Bombas de elevación con impulsor tipo vórtice con canales Q 900 l/min, H 7 mt
- Flotadores y material eléctrico
- Panel de mando y control eléctrico.

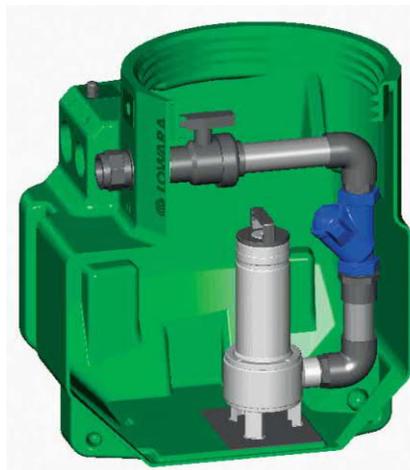


Ilustración 14: Tanque de elevación de aguas residuales

Análogamente a lo que se acaba de describir, se ha previsto la instalación de una estación de bombeo en el fondo del pozo ($Z = 3733.3$) para recoger y relanzar el agua de drenaje por infiltración y para vaciar el pozo.

La estación de bombeo prevista en el fondo del pozo Z3733.3, por medio de bombas de elevación hará llegar el agua a la estación de bombeo a cota $Z = 3746.0$, para ser luego reexpedidas al sistema de eliminación por gravedad hasta la instalación de drenaje del TAN.

5.7.5.2 Aguas residuales civiles

En el interior del laboratorio Andes se han previsto varios servicios, como servicios higiénicos y cocina, para el desarrollo normal de las actividades diarias de las personas que se encuentran en los distintos lugares.

La presencia de personas/trabajadores y las necesidades fisiológicas producen aguas servidas asimilables a las de una vivienda civil.

Para desechar ese tipo de aguas servidas se ha optado por un sistema de depuración y posterior descarga del remanente en la canalización de drenaje del TAN.

Para la depuración de ese tipo de aguas se instalará un reactor biológico de oxidación total.

El equipo trabaja con sistema de fangos activos con oxidación total, con estabilización completa de los fangos.

Las secciones de la instalación son:

- Desbaste
- Oxidación
- Sedimentación final
- Recirculación de fangos
- Inspección y descarga

Las aguas residuales que entran a la instalación se someten a un pretratamiento de desbaste y posteriormente son expedidas a la sección de oxidación.

En la sección de oxidación las aguas residuales son sometidas a una intensa aireación hasta la completa estabilización de los fangos, utilizando el oxígeno inyectado por un soplante a través de difusores de membrana de burbuja fina.

El caudal de aire que sale por los difusores, ubicados cerca del fondo del tanque de oxidación, produce un movimiento de mezcla de las aguas residuales y el fango tan intensivo que asegura un aporte óptimo de oxígeno y al mismo tiempo impide el depósito de los fangos en el tanque.

Después de la oxidación, la mezcla aguas residuales-fango es separada y tratada con membrana de microfiltración.

Los fangos activos, separados y recogidos del fondo de la sedimentación son elevados y reciclados para la oxidación; la parte sobrante de los fangos, proveniente del crecimiento biológico, es extraída periódicamente.

5.7.5.2.1 Control y mantenimiento de la instalación

El funcionamiento de la instalación está automatizado por medio de oportunos temporizadores que comandan el funcionamiento del soplante y del sistema de recirculación de los fangos.

El mantenimiento de la instalación consiste en la evacuación periódica de los fangos sobrantes y la limpieza de los materiales enrejados, en el caso de que se haya colocado, sobre la instalación, una alcantarilla con rejilla o un tanque de desbaste.

5.7.5.2.2 Datos del dimensionamiento

El dimensionamiento de los dispositivos que se han descrito en el punto anterior está relacionado con los siguientes datos:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| • Tipo de aguas residuales | Doméstico |
| • N° de personas | 30 |
| • Caudal diario | 200 l / pers. Día 6'000.0 l/día |
| • Carga orgánica | 60 gr BODs / pers. Día |
| • Factor de carga de fango | 0.40 kg BOD5 / kg MLSS x g |
| • Concentración de fangos en el tanque | 3500 ppm |

En la descarga

- | | |
|--|----------------|
| • Concentración de iones de hidrógeno pH | 5.5 – 9.5 |
| • Materiales gruesos | Ausentes |
| • Materiales sedimentables | 0.5 ml / litro |
| • Material en suspensión | 80 mg / litro |
| • Contamin. específica expresada en BODs | 40 mg / litro |
| • Contamin. específica expresada en COD | 160 mg / litro |

Características

Tratamiento primario dimensiones

- | | |
|------------|---------|
| • Diámetro | 1850 mm |
|------------|---------|



Ilustración 15: Reactor biológico por oxidación total mediante fangos

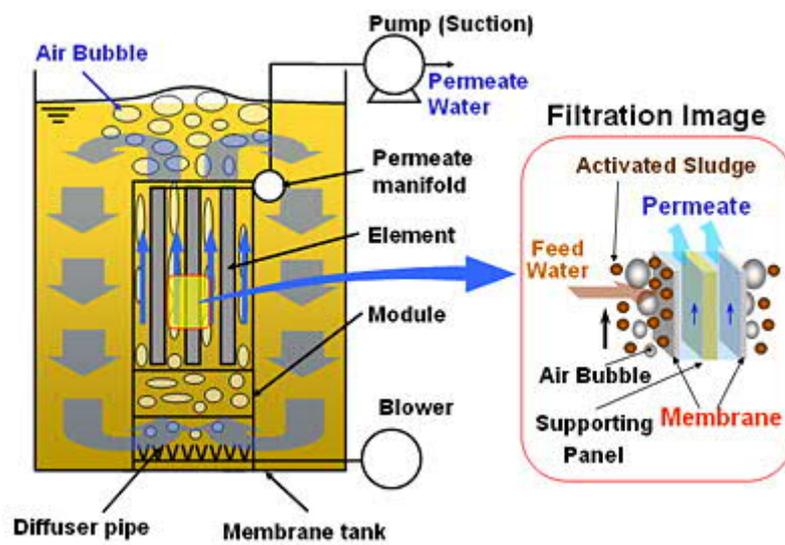


Ilustración 16: Reactor biológico, principio de funcionamiento

5.7.5.3 Aguas residuales de laboratorio (residuos especiales)

Además de los tipos de descargas enumerados anteriormente hay un tercer tipo de vertidos que son las aguas residuales provenientes de los vertidos de laboratorio.

Este tipo de aguas se cataloga como residuos especiales.

Las aguas provenientes de los laboratorios llegan por gravedad a la Sala de tratamiento y retención de aguas y serán acumuladas en un tanque especial enterrado.

El tanque enterrado estará construido en acero INOX AISI 316.

El tanque será del tipo de doble cámara con el espacio entre las capas precargado con nitrógeno a presión y conectado a un presóstato para controlar el descenso de presión (por rotura o fuga).

El tanque estará compuesto por:

- Boca de hombre para inspección interna diam. 1000 mm
- Escotilla para aspiración de aguas residuales
- Anillos de refuerzo del espacio entre capas
- Conexiones manométricas para control del espacio entre capas
- Pernos/anillos de elevación
- Central para relevamiento de pérdidas (monitoreo de la presión entre las capas)

El tanque de almacenamiento tendrá una capacidad útil de 20 m³ y permitirá el almacenamiento de aguas residuales a la espera del vaciamiento con camiones cisterna o la evacuación de las aguas residuales como residuos especiales.

5.7.6 Aire comprimido

En el laboratorio Andes se ha previsto una red de distribución de aire comprimido.

La red de aire comprimido asegurará un caudal de 7.5 l/s (Ver 6198.1-R-01 Lineamientos de diseño) con una presión mínima de trabajo de 3,bar, y máxima de 5 bar.

La instalación estará provista de un compresor de aire con caudal mínimo FAD 8 l/s y presión de funcionamiento hasta 8 bar.

5.7.6.1 Compresor

El compresor deberá tener una clasificación en relación con la concentración de aceite en el aire en mg/m³ (Aerosol, Líquidos, Vapor) máxima igual a 1, por lo tanto <0.01 mg/m³, como en ISO 8573.1.

El compresor tendrá las siguientes características:

- Presión máxima de operación/servicio 8 bar
- Capacidad FAD* 13.4 l/s

- Clasificación oil-free
- Motores de alta eficiencia IE3
- Nivel de ruido ** 63 dB(a)

*FAD Free Air Delivery

** Nivel de ruido promedio calculado a una distancia de 1m según normas ISO 2151, tolerancia 3 dB(a)

El compresor estará provisto de secador/desecante por refrigeración integrado, y tanque de volante/tanque inercial, con volumen de acumulación igual a 7 bar.

5.7.6.2 Tanque

El tanque de acumulación ha sido calculado para la autonomía de la instalación en las condiciones de proyecto durante 10 min. de extracción aire comprimido con el compresor detenido o fuera de servicio.

El tanque será de tipo vertical, fabricado con acero al carbono, tratado con proceso de galvanización, con las siguientes características:

- Volumen del tanque 3000 l
- Presión nominal 12 bar

Conexiones

- Descarga Ø 2"
- Alimentación de aire Ø 2" x 2
- Aprovechamiento Ø 2" x 2
- Válvula de seguridad Ø 2"
- Instrumentación Ø ¾"

5.7.6.3 Red de distribución

La red de distribución estará construida con tuberías roscadas de gas de acero galvanizado.

Se habrán previsto puntos de recolección y descarga del condensado y por tanto la tubería de distribución será instalada con una pendiente mínima igual al 1% en dirección al punto de recolección del condensado.

La tubería principal pasará por:

- Túnel de salida
- Túnel de entrada
- Zona de tránsito

- Túnel de conexión

Desde la red de distribución ramas/ramales individuales interceptables provistos de manómetros para el monitoreo de la presión servirán los locales individuales.

En el interior del laboratorio se instalarán puntos de toma con n°2 acoplamientos rápidos cada punto de toma/consumo.

Los puntos de toma/consumo del aire comprimido estarán colocados aproximadamente a 10m uno del otro (Ver 6198.1-R-01-Lineamientos de diseño)

5.7.7 Puertas, Portones y Compuertas

Según el lugar donde están ubicadas, las puertas deben tener características y grado de resistencia al fuego idóneos para la correspondiente compartimentación.

En la tabla siguiente se resumen los tipos previstos:

| Zona – Ambiente | Ubicación | Tipo | Dimensiones | REI |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------|-------------|-----|
| Taller, sala reuniones, comedor | Internas | Batiente | 100x200 cm | 120 |
| Taller, sala reuniones, comedor | Externas | Batiente | 150x240 cm | 120 |
| Laboratorio biología | Internas | Batiente | 100x200 cm | 120 |
| Laboratorio biología | Externas | Batiente | 150x240 cm | 120 |
| Túnel de entrada/salida | | Peatonal Batiente | 90x210 cm | 120 |
| Túnel de entrada/salida | | Corrediza Batiente | 350x450 cm | 120 |
| Túnel de conexión central | | Peatonal Batiente | 90x210 cm | 120 |
| Túnel de conexión central | | Corrediza Batiente | 350x450 cm | 120 |
| Esclusas de aire (Sector geofísica) | | Batiente | 120x200 cm | 120 |

En general, la fuerza que se requiere para la apertura de las puertas en las vías de escape no puede superar los 133 N VKF 21-15 / 100N ASTRA 13011.

La velocidad máxima del aire a través de la abertura de las puertas en la vía de fuga no puede superar los 3 m/s VKF 21-15.

Las zonas 11 y 12 no constituyen una dificultad en este sentido porque el caudal de extracción en estos sectores es inferior a 15 m³/s.

Tabla 5-7 indica la velocidad que alcanza en todas las zonas donde se evacúan 40 m³/s.

| Escenario | Abertura total [m ²] | Velocidad en la puerta [m/s] |
|---|----------------------------------|------------------------------|
| Incendio lejano: 6 persianas de compensación, 1 puerta abierta | 9 | 2.22 (3 Pa) |
| Incendio cercano: 3 persianas de compensación, 1 puerta abierta | 6 | 6.67 (26 Pa) |

Tabla 5-7: Velocidad máxima en las puertas ubicadas en las vías de escape; asumiendo un zeta de 1.5, univoco para ambas, la puerta y la persiana cortafuego.

Velocidades excesivamente altas a través de las puertas de escape (escenario 2 en la tabla de arriba) no tienen importancia porque presentan un problema por un tramo reducido (pocos metros) por una duración limitada a pocos segundos (tiempo de cruzar una puerta). La velocidad máxima del aire de compensación se mantiene por debajo del límite máximo en todas las otras secciones de la vía de escape.

5.7.7.1 Persiana cortafuego sobre la compartimentación de los locales

Todas las paredes de compartimentación ofrecerán una abertura mínima de 3 m² para la compensación de aire. Durante el caso normal (sanitario) estas persianas deben estar cerradas. El aire introducido desde los equipos de climatización sale a través de las aberturas de los portones corredizos. En caso de incendio en el Andes, están abiertas todas las persianas para la compensación de aire, pero se cierran los portones automáticos.

Las persianas cortafuego en la cercanía de un incendio se deben cerrar automáticamente. Cada persiana está provista de un sensor térmico.

5.7.7.2 Sección de regulación para el aire de compensación

Las resistencias hidráulicas para el abastecimiento del aire de compensación varían en función de la localidad del incendio/compartimento. La distribución equitativa de los flujos volumétricos entre las aberturas de cada compartimento resulta factible con la instalación de 3 secciones de regulación.

Una sección de regulación se crea acoplando persianas cortafuego para el aire de compensación en serie con persianas de regulación.

5.7.8 Grúas, elevadores y montacargas

Para la elevación y movimiento de los equipamientos y/o estructuras que serán utilizadas y realizadas en el interior del laboratorio se han previsto equipos de grúas y elevadores en los siguientes ambientes:

- Zona de tránsito y estacionamiento
- Caverna principal
- Caverna secundaria
- Pozo principal.

Para la zona de tránsito y estacionamiento se ha previsto un polipasto de una sola viga, con capacidad de izamiento de 40 toneladas.

La colocación se ha previsto en eje en la bóveda, para un tramo de por lo menos 30 metros, que permita la carga/descarga de los contenedores transportados por medios articulados que entran/salen del laboratorio.

Para las dos cavernas se ha previsto un puente grúa con configuración especial del puente en arco de bóveda con traslación longitudinal sobre doble binario horizontal y traslación del carro con ruedas dentadas engranadas sobre cremallera.

Esa configuración permite aprovechar al máximo la altura disponible en el centro de la caverna y no limitar su altura útil.

La capacidad prevista de izamiento será de 40 toneladas.

Para el pozo principal se ha previsto un puente grúa de viga simple con configuración especial para traslación circular sobre un binario periférico, con radio de 15 metros.

La capacidad prevista de izamiento será de 40 toneladas.

6. ADAPTACIONES DEL PROYECTO DEL TAN

El proyecto del Laboratorio ha sido concebido con el objetivo de limitar al mínimo las modificaciones y las interferencias con el TAN. La construcción y el funcionamiento del Laboratorio ANDES implica sin embargo una serie de adaptaciones a los siguientes elementos de las instalaciones electromecánicas del TAN:

- **Dorsal de media tensión:** se ha previsto la integración de la dorsal de distribución de la red de media tensión, para aumentar la potencia disponible. La potencia disponible requerida para cada portal aumenta desde 15 MVA hasta 20 MVA.
- **SP-PA(Central eléctrica en el portal Argentina):** se ha previsto la integración de nuevos grupos electrógenos para solventar un mayor requerimiento de energía disponible en caso de corte de red. La potencia total de los grupos electrógenos del TAN al portal Argentina aumenta desde 7.5 MVA hasta 12.5 MVA.
- **SP-PC(Central eléctrica en el portal Chile):** se ha previsto la integración de nuevos grupos electrógenos para solventar un mayor requerimiento de energía disponible en caso de corte de red. La potencia total de los grupos electrógenos del TAN al portal Chile aumenta desde 7.5 MVA hasta 12.5 MVA.
- **ST (Central eléctrica en el GIV):** se ha previsto la integración de la distribución de media tensión para la nueva derivación de alimentación de los usuarios del laboratorio.
- **Locales en el Portal Chile:** para el abastecimiento de aire fresco en el Laboratorio, el proyecto ha previsto la instalación de electroventiladores.
- **Galería de ventilación:** para el abastecimiento de aire fresco en el Laboratorio, el proyecto ha previsto la instalación de conductos de aire suplementarios y la reubicación del conducto de suministro de aire fresco previstos para el TAN.
- **Central de ventilación Oeste (CEO 18):** la potencia de los ventiladores previstos para la extracción de humo debe ser aumentada. La potencia prevista de los dos ventiladores del TAN es aumentada desde 300 kW hasta 500 kW. (Ver 6.1)
- **Central de ventilación Oeste (CEO 18):** Al nivel inferior de la central de ventilación Oeste (CEO 18) del TAN se prevé la realización de un canal de ventilación adicional dedicado al Laboratorio. En este local se juntan los conductos provenientes del portal Chile que aportan el aire fresco para el Laboratorio.
- **Supervisión/gestión:** El sistema de supervisión y gestión del TAN deberá ser modificado para considerar la presencia del Laboratorio y la gestión de los eventos que pueden ocurrir en su interior.

6.1 Ventiladores TAN

El proyecto del ANDES requiere la instalación de conductos de ventilación dentro de la galería de ventilación – a partir del portal Chile hasta la central oeste. La presencia de estos conductos conlleva un incremento de la resistencia hidráulica de la galería no desdeñable. En consecuencia se modifican los puntos de funcionamiento de los ventiladores en esta central.

El uso de los ventiladores en la central Oeste también está previsto para el laboratorio ANDES. En el caso de que haya un evento en el laboratorio, el bypass ya previsto (ver Capítulo REF) pondrá en conexión aerúlica los ventiladores del TAN con los conductos de extracción del laboratorio. De esta manera quedará garantizada la evacuación de los humos/ vapores y el calor.

La Tabla 6-1 hace un listado de los nuevos puntos de funcionamiento de los ventiladores en la central Oeste. La figura REF señala la presencia de algunos puntos de funcionamiento por fuera de la curva característica del ventilador del proyecto del TAN. Para garantizar los caudales de extracción definidos en el proyecto original, los ventiladores de la central Oeste deben ser reemplazados. El predominio de los nuevos ventiladores, y por lo tanto también de la potencia absorbida, se ha incrementado un 65%.

| Escenario [-] | Caudal unitario [m ³ /s] | Caudal total [m ³ /s] | Presión total [Pa] | Potencia unitario [kW] |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------|
| Accidente TAN: 2 ventiladores en funcionamiento | 108 | 216 | 3510 | 510 |
| Accidente TAN: 1 ventilador en funcionamiento | 140 | 140 | 2040 | 390 |
| Accidente ANDES: Zona 1 | 40.0 | 40.0 | 1900 | 110 |
| Accidente ANDES: Zona 3 | 40.0 | 40.0 | 1550 | 90 |
| Accidente ANDES: Zona 7 | 40.0 | 40.0 | 1770 | 110 |
| Accidente ANDES: Zona 9 | 40.0 | 40.0 | 1820 | 100 |
| Accidente ANDES: Zona 11 | 8.0 | 8.0 | 240 | 5 |

Tabla 6-1: Puntos de funcionamiento para la central Oeste de extracción puntual; densidad del aire de referencia 0.77kg/m³.

Para garantizar todos los puntos de funcionamiento, los ventiladores de la central Oeste estarán provistos de palas variables (como ya está previsto en la IBA del TAN). Los escenarios se encuentran descritos y estudiados detalladamente en el capítulo 5.7.1.3.

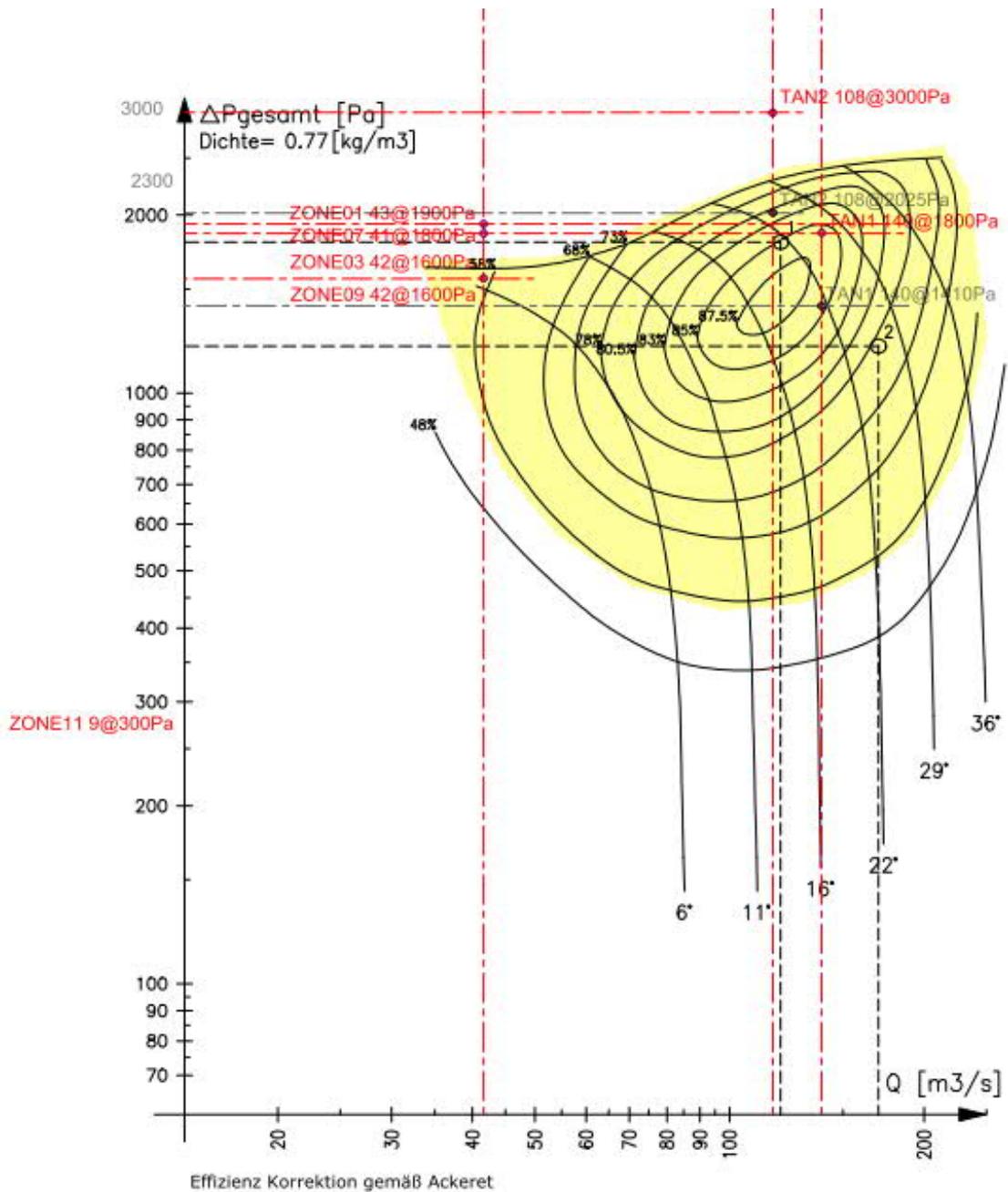


Ilustración 17: Puntos de funcionamiento sobre la curva característica de un ventilador axial tipo con una densidad del aire de 0.77 kg/m³.

6.1.1.1 Canal de ventilación

Para el aporte de aire fresco hasta el laboratorio es necesario un canal de ventilación que conecta la central Oeste con el ANDES. Este canal está previsto con una sección máxima de 5.2 m² y pasa por debajo de la calzada de la perforación de Argentina, como se ilustra en la

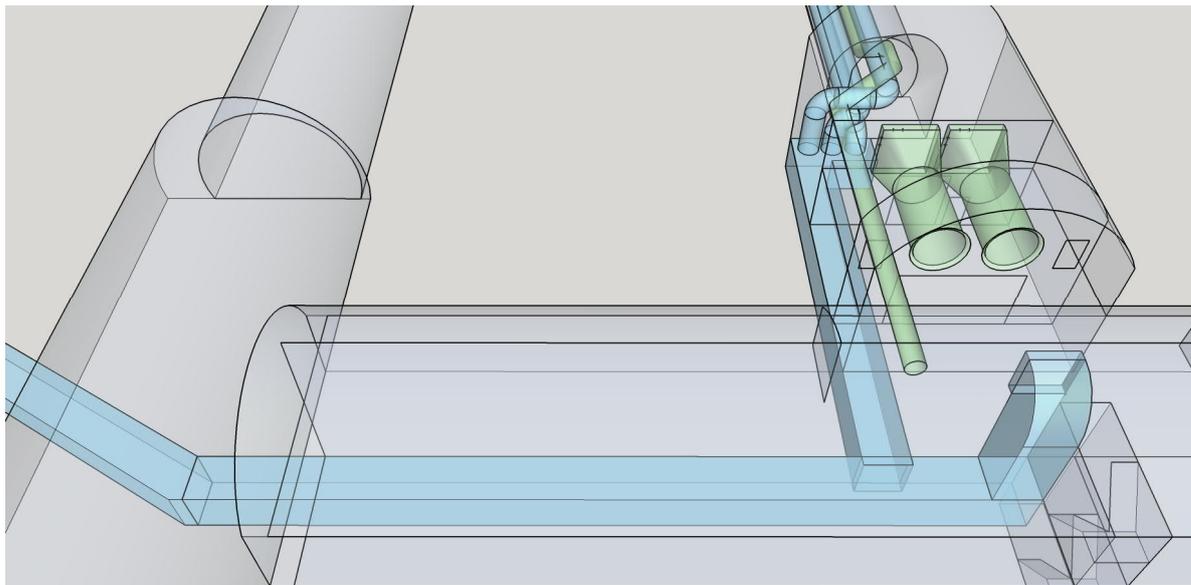


Ilustración 18: Configuración del canal de ventilación y bypass en la central Oeste.

En caso de accidente, los humos producidos por un incendio en el laboratorio son expulsados del portal de la galería de ventilación por medio del funcionamiento de un ventilador TAN (de la central Oeste). Esta solución es factible con la creación de un bypass en la zona del hueco de la escalera. El bypass tendrá la misma sección que el canal de ventilación y se desarrollará de manera vertical desde el plano del nivel de la calzada hasta la altura de los ventiladores TAN.

7. PROGRAMA DE TRABAJOS

Para el cronograma preliminar de la construcción de las instalaciones electromecánicas del Laboratorio se remite al Informe técnico general (ver documento no. 6198.1-R-02).

8. DISPOSICIONES DE OPERACIÓN

Las disposiciones para la gestión y la operación del TAN deberán ser adaptadas y completadas considerando la presencia del Laboratorio. El concepto deberá ser integrado para asegurar el acceso y la operación del Laboratorio manteniendo al mismo tiempo inalterado el nivel de seguridad para los usuarios del TAN.

Eventuales escenarios de riesgo adicionales y las relativas exigencias de operación engendradas por los experimentos científicos que serán llevados a cabo dentro del Laboratorio, deberán ser analizados y tratados en el ámbito de definición de los experimentos.

9. COSTOS

En el ámbito de la presente fase de proyecto ha sido efectuada una estimación preliminar de los costos de realización de las instalaciones electromecánicas del Laboratorio. La estimación considera los elementos de proyecto descritos en los planos y en los informes de la Ingeniería Básica de Anteproyecto y ha sido realizada considerando unos precios unitarios basados sobre diversos objetos de referencia de reciente realización en Suiza y Europa, con características similares a las del proyecto.

El detalle de costos y cálculos es descrito en el informe específico no. 6198.1-R-05.

En la **Tabla 2** se resume la estimación de los costos totales para la de las instalaciones electromecánicas del Laboratorio.

| Objeto | Costo [USD] |
|--------------------------------|----------------------|
| Instalaciones electromecánicas | 36'437'000.00 |
| Total excl. IVA [USD] | 36'437'000.00 |

Tabla 9-1: Resumen costos de las instalaciones electromecánicas