

**OBJ.:** Aprueba Convenio de Colaboración entre la Universidad Andres Bello y la DMC.

EXENTA N° 10/0/3 0226

ANTIAGO, 17 AGO. 2010

**RESOLUCIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL (DMC)**

**VISTOS**

- a) La Ley N° 16.752 Orgánica de la Dirección General de Aeronáutica Civil.
- b) La Delegación de Atribuciones efectuada por Resolución N° 436 de fecha 14 de Septiembre del 2009.
- c) PRO-ADM 01 ED/2 "Gestión Documental y Archivo de la DGAC"

**CONSIDERANDO**

Que entre ambas organizaciones existe un interés mutuo para realizar mediciones volumétricas de la concentración de aerosoles dentro de la cuenca de Santiago, considerando diversas condiciones de ventilación, y analizar los datos para determinar su distribución espacial y temporal a través del día.

**RESUELVO**

Aprueba Convenio de Colaboración entre la Universidad Andres Bello y la Dirección Meteorológica de Chile.

Anótese, Regístrese y Comuníquese.

  
ARANEDA FUENTES  
DIRECTORA

**DISTRIBUCIÓN**

- 1. UNIVERSIDAD Andres bello
- 2. Dirección Meteorológica de Chile – Subdepto Pronósticos
- 3. Dirección Meteorológica de Chile – Sección Planificación y Control
- 4. Dirección Meteorológica de Chile – Oficina de Partes

**CONVENIO DE COLABORACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL  
DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE  
Y  
UNIVERSIDAD ANDRES BELLO**

En Santiago, a 10 de Agosto de 2010, entre la **DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL - DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE**, en adelante "DGAC-DMC", representada por su Directora, Sra. **Myrna Araneda Fuentes**, ambas domiciliadas en Avenida Portales N° 3450, Comuna de Estación Central - Santiago, por una parte; y por la otra la **UNIVERSIDAD ANDRES BELLO**, representada por su Rector don **Rolando Kelly Jara**, ambos domiciliados en Santiago, Avda. República n° 252, en adelante "La Universidad", se ha acordado el siguiente convenio de colaboración:

**CONSIDERANDO:**

- 1.- Que, de acuerdo al DS N° 222 (AV) del 03 de Diciembre de 2004, modificado por el DS N° 107 (AV) del 28 de Diciembre de 2007, la Dirección Meteorológica de Chile es el Organismo del Estado encargado de:
  - a) Proporcionar la información meteorológica básica y procesada que requiere la aeronáutica;
  - b) Proveer servicios meteorológicos y climatológicos a las diferentes actividades socioeconómicas que requiera el país;
  - c) Controlar y validar la calidad de la información suministrada por las estaciones meteorológicas;
  - d) Realizar investigación meteorológica en coordinación con organismos nacionales e internacionales; y
  - e) Administrar el Banco de Datos Meteorológicos.
- 2.- Que la Universidad Andrés Bello es una corporación de derecho privado cuyo giro es la educación superior, cuyos objetivos consisten en el desarrollo de la docencia, la investigación científica, la creación artística y la difusión académica y cultural. En cumplimiento de su misión, corresponde a La Universidad contribuir al desarrollo espiritual y cultural del país, formar graduados y profesionales conforme a la legislación vigente y procurar que sus egresados hayan adquirido la capacidad y conocimientos necesarios para el buen ejercicio de sus actividades.
- 3.- La conveniencia de realizar estudios sobre la concentración de aerosoles en la cuenca de Santiago.
- 4.- Que entre ambas organizaciones existe un interés mutuo para realizar mediciones volumétricas de la concentración de aerosoles dentro de la cuenca



de Santiago, considerando diversas condiciones de ventilación, y analizar los datos para determinar su distribución espacial y temporal a través del día.

- 5.- Que para la realización de las actividades mencionadas precedentemente es necesaria la suscripción de un convenio de colaboración que defina funciones y responsabilidades específicas para efectuar estas actividades.

Teniendo en cuenta los considerandos anteriores, las partes acuerdan suscribir el presente Convenio de Colaboración, que se regirá de acuerdo a las siguientes cláusulas.

### PRIMERO

Las partes convienen en llevar a la práctica acciones de cooperación mutua, de acuerdo a las disponibilidades de recursos humanos y materiales de cada institución, para efectuar las siguientes actividades de investigación científica y tecnológica:

- a) Transportar el Instrumental LIDAR (Light Detection and Ranging) de la Dirección Meteorológica de Chile a la azotea del edificio Titanium y prepararlo para realizar mediciones.
- b) Sondear la atmósfera baja con el LIDAR, realizando barridos verticales y horizontales a través de Santiago.
- c) Analizar los datos recogidos para obtener una imagen precisa de la distribución espacial y temporal de los aerosoles.
- d) Generar el primer mapa de la contaminación atmosférica dentro de la cuenca.

La celebración de este Convenio de Colaboración no importa exclusividad para ninguna de las partes.

### SEGUNDO

Los aspectos técnicos de este Convenio de Cooperación se definen en Anexo Técnico, denominado Plan de mediciones volumétricas usando un LIDAR.

### TERCERO

Para la ejecución de este Convenio se ha nominado al Sr. Ricardo Alcaful, Jefe de la Oficina Modelos y Desarrollo, correo electrónico [ralcaful@meteo Chile.cl](mailto:ralcaful@meteo Chile.cl); teléfono N° 436 45 35 como representante técnico de la DMC y como suplente al Sr. Rodrigo Arroyo, perteneciente a la Oficina Modelos y Desarrollo, correo electrónico [rarroyo@meteo Chile.cl](mailto:rarroyo@meteo Chile.cl). Por parte de la Universidad Andrés Bello se ha nominado al Sr. Marcelo Mena, Director del Centro de Investigación para la Sustentabilidad Escuela de Ingeniería Ambiental Universidad Andrés Bello; correo electrónico [mmena@unab.cl](mailto:mmena@unab.cl); teléfono N° 689 41 30. En todo caso, las personas antes nominadas podrán ser sustituidas o reemplazadas en cualquier momento por quien los designó, bastando para ello una simple carta dirigida al domicilio de la contraparte señalado en la comparecencia.



## CUARTO

### Responsabilidades

La Universidad se compromete a proveer el arrendamiento de un vehículo con las características adecuadas para transportar el LIDAR desde la DMC hacia el edificio Titanium y, una vez terminada la campaña, desde el edificio Titanium hacia la DMC. También será responsabilidad de la Universidad el suministro del generador de poder, si se requiriese, y del GPS, así como los seguros generales correspondientes por daños al equipamiento, por todo el trayecto de ida y vuelta a la Dirección Meteorológica de Chile.

La DMC por su parte, pondrá el LIDAR a disposición de la campaña, así como una unidad UPS y el mantenimiento preventivo correspondiente al instrumental. En caso de daños o destrucción del instrumental, se utilizarán los seguros contratados por la Universidad, para la reposición del instrumental LIDAR, pero no se continuará con el Convenio y el instrumental deberá ser repuesto en el Complejo Quinta Normal. Este instrumental solo será operado por personal de la DGAC - DMC

## QUINTO

Se deja constancia que la Universidad ha sido autorizada por el Gerente General de la Inmobiliaria Titanium S.A., propietaria del edificio Titanium, para la instalación del instrumental LIDAR, como un apoyo al Proyecto relativo a la medición de la calidad del aire de la cuenca de Santiago, mediante carta de fecha 3 de Agosto del 2010, que forma parte de este Convenio.

## SEXTO

La propiedad intelectual de los resultados de las investigaciones que se realicen en forma conjunta, corresponderán a ambas instituciones y podrán ser publicadas por cualquiera de las partes, indicando el proyecto específico de investigación en el cual fueron realizadas, con previo conocimiento de la otra parte. No obstante, cuando alguno de los resultados de la investigación conjunta sea declarada como información privilegiada por una de las partes, ambas partes en común acuerdo, podrán restringir la publicación de éstos para mantenerlos como patrimonio común.

## SÉPTIMO

Los derechos de propiedad y publicación de los datos intercambiados pertenecerán exclusivamente a quien sea el propietario de la información, debiendo reconocer explícitamente su propiedad en cualquiera publicación, notas de estudio y trabajos específicos. La información intercambiada no podrá ser difundida ni puesta a disposición de terceros a ningún título, sin la expresa autorización de la contraparte.

## OCTAVO

El presente convenio colaboración entrará a regir a contar de fecha de la resolución administrativa aprobatoria que en última instancia dicte la DGAC/DMC y La Universidad. Tendrá una duración de dos años, plazo que se renovará



*Handwritten signature or mark.*

automáticamente por periodos iguales y sucesivos, a menos que cualquiera de las partes manifieste por medio de carta certificada su intención de poner término al Convenio con una anticipación de al menos 30 días corridos al plazo señalado. Sin perjuicio de lo anterior, la DGAC-DMC se reserva el derecho de poner término al presente Convenio en cualquier momento, incluso aún estando pendiente el cumplimiento del plazo señalado, con una anticipación no inferior a 30 días corridos y por medio de carta certificada, en caso de que sea necesario para lo fines de la Institución.

## NOVENO

### Resolución de Conflictos

Cualquiera dificultad o controversia que se produzca entre los contratantes respecto de la aplicación, interpretación, duración, validez, ejecución, y/o efectos de este contrato y/o sus documentos complementarios, o cualquier otro motivo relacionado con ellos, será sometida a los tribunales ordinarios de justicia competentes del domicilio de la parte que resulte demandada, según la información indicada en la comparecencia del presente instrumento.

## DECIMO

La personería del Señor Rolando Kelly Jara para representar a la Universidad Andrés Bello consta en el acta de la sesión de su Junta Directiva, efectuada el 15 de Julio de 2010, que en lo pertinente fue reducida a escritura pública el 26 de Julio de 2010 ante la Notario de Santiago Antonieta Mendoza Escalas; y la personería de la Directora de Meteorología de Chile, Sra. Myrna Araneda Fuentes para otorgar y suscribir el presente convenio consta en Res. DGAC/DMC N° 0312 del 08 de febrero del 2007, y sus atribuciones se encuentran delegadas en Resolución N° 436 de la Dirección General de Aeronáutica Civil, de fecha 14 de septiembre del 2009, documentos que no se insertan por ser conocidos de las partes.

Este convenio se firma en seis ejemplares igualmente válidos, quedando tres en poder de cada una de las partes.

  
**MYRNA ARANEDA FUENTES**  
**DIRECTORA**

**DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE**

  
**ROLANDO KELLY JARA**  
**RECTOR**

**UNIVERSIDAD ANDRES BELLO**

AL.# 531/10





# **Plan de mediciones volumétricas usando un Lidar (Documento de trabajo)**

Dirección Meteorológica de Chile.  
Universidad Nacional Andrés Bello.

## **Objetivo.**

Realizar mediciones volumétricas de la concentración de aerosoles dentro de la cuenca de Santiago y analizar los datos para determinar su distribución espacial y temporal a través del día, durante una variedad de condiciones de ventilación de la cuenca.

## **Objetivos específicos.**

1. Transportar el LIDAR de la Dirección Meteorológica de Chile a la azotea del edificio Titanium y prepararlo para realizar mediciones.
2. Sondar la atmósfera baja con el LIDAR, usando la opción de barrido vertical y horizontal de éste.
3. Analizar los datos recogidos para obtener una imagen precisa de la distribución espacial y temporal de los aerosoles.
4. Generar el primer “mapa” de la contaminación atmosférica dentro de la cuenca.

## **Grupo de Trabajo.**

Cinco personas trabajando a tiempo completo, vigilando el correcto funcionamiento del LIDAR y el acopio de datos.

Ricardo Alcaful – DMC  
Rodrigo Arroyo – DMC  
Marcelo Mena – UNAB  
Carlos Ross – UNAB  
Estefanía Oliva – UNAB

## **Logística.**

Para cumplir con el objetivo 1, se debe contar con un transporte adecuado para el LIDAR. Lo más recomendable es un vehículo que cuente con una plataforma para levantamiento de carga pesada y con el espacio necesario para albergar cómodamente el equipo.

Se debe visitar previamente el lugar de instalación para verificar que existan ascensores y pasos despejados hacia la azotea del edificio.

Para el funcionamiento continuo del equipo se requiere, además, un generador cuyas especificaciones técnicas deben ser adecuadas al LIDAR, a menos que se disponga de electricidad en el sitio, lo que se constatará en una visita a terreno.

Una unidad GPS para alinear el LIDAR hacia el norte verdadero y para determinar la localización exacta del equipo.



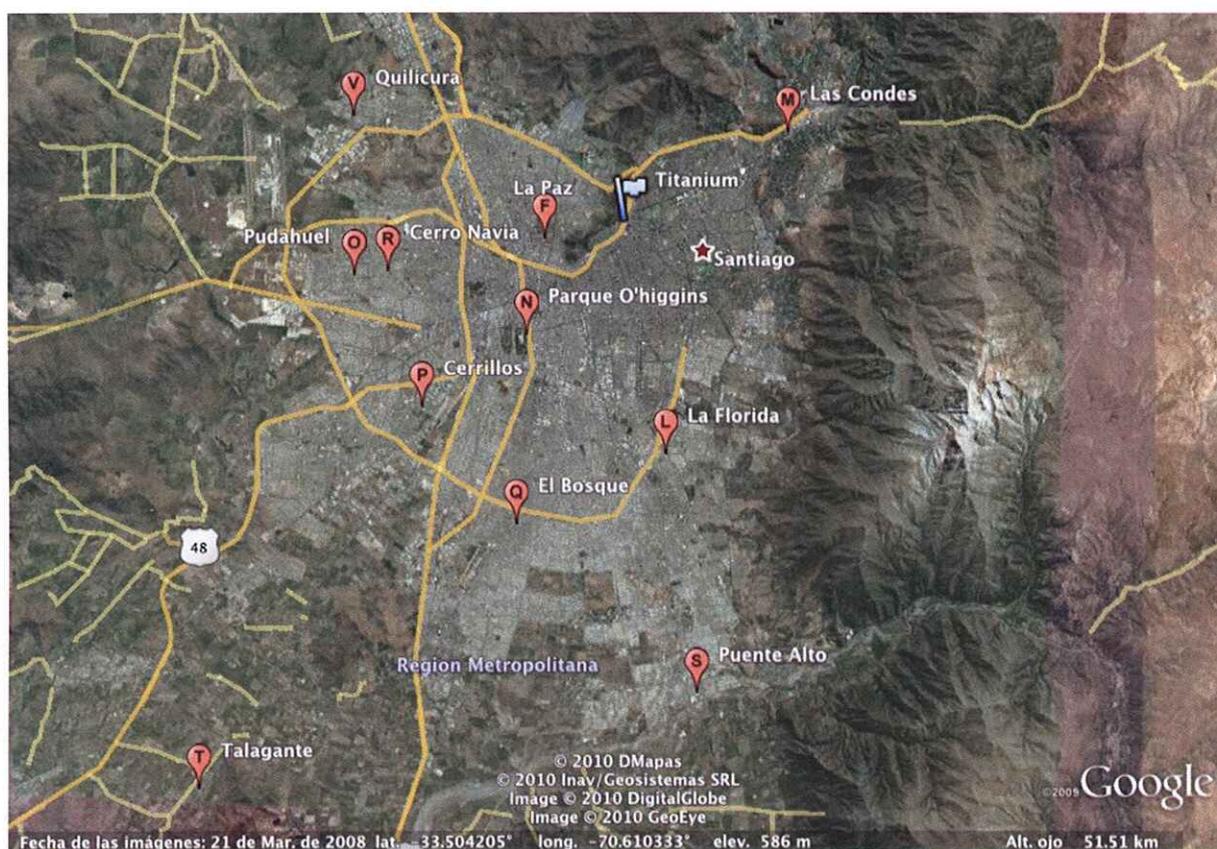
## Responsabilidades.

La Universidad Nacional Andrés Bello se encargará de arrendar un vehículo con las características adecuadas, para transportar el LIDAR desde la DMC hacia el edificio Titanium y, una vez terminada la campaña, desde el edificio Titanium hacia la DMC. También será responsabilidad de la UNAB el suministro del generador de poder y del GPS.

La DMC pondrá el LIDAR a disposición de la campaña, así como una unidad UPS.

## Localización del LIDAR.

Según la figura 1, desde el edificio Titanium se harán barridos con el LIDAR desde  $0^{\circ}$  hasta  $120^{\circ}$  aproximadamente, considerando como ángulo  $0^{\circ}$  un punto ubicado cerca del aeropuerto Arturo Merino Benitez. Como es sabido de las mediciones de calidad del aire, el sector poniente y nor – poniente de Santiago sufren de mayores concentraciones de material particulado que el resto de la ciudad, por lo que es relevante tratar de establecer las causas de esto.



**Figura 1** Localización de Edificio Titanium, localizado a 653 m sobre el nivel del mar. El edificio tiene una altura de 190 metros.

El rango de alcance del LIDAR no ha sido probado, por lo tanto no se sabe con seguridad cuál es, además, depende de la cantidad de aerosoles presentes en la atmósfera. Para establecer la mejor forma de hacer los barridos volumétricos, el equipo de trabajo será asesorado por un experto de la Universidad de Iowa.

Según la figura 1, existen dos obstáculos en la línea de visión del LIDAR hacia Pudahuel. Exámenes preliminares usando Google Earth muestran que los obstáculos son de similar altitud que

A

el edificio Titanium, por lo que en principio no debiera haber problemas. Esto último, sin embargo, debe ser establecido con seguridad durante la visita a terreno. La figura 2 muestra que hacia el norte del edificio se encuentra el Cerro San Cristóbal, aunque a una altura menor a la del edificio (700 msnm). La figura 2 muestra que hacia el sur la visual del LIDAR podría ser bloqueada por el Cerro Calán a 691 [m] por sobre el nivel del mar. Las Figuras 3 y 4 muestran que el sitio propuesto permite medir sin obstáculos en un radio de más de 300 grados.

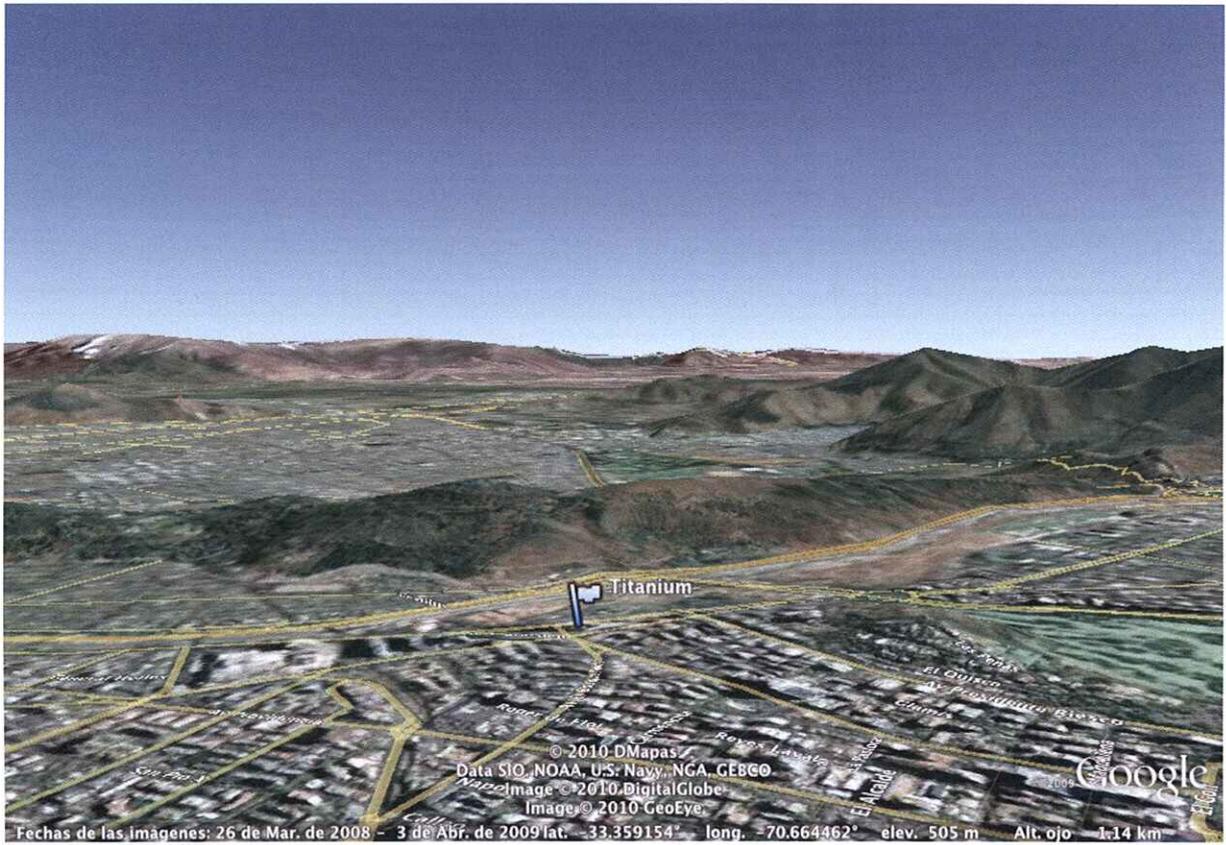
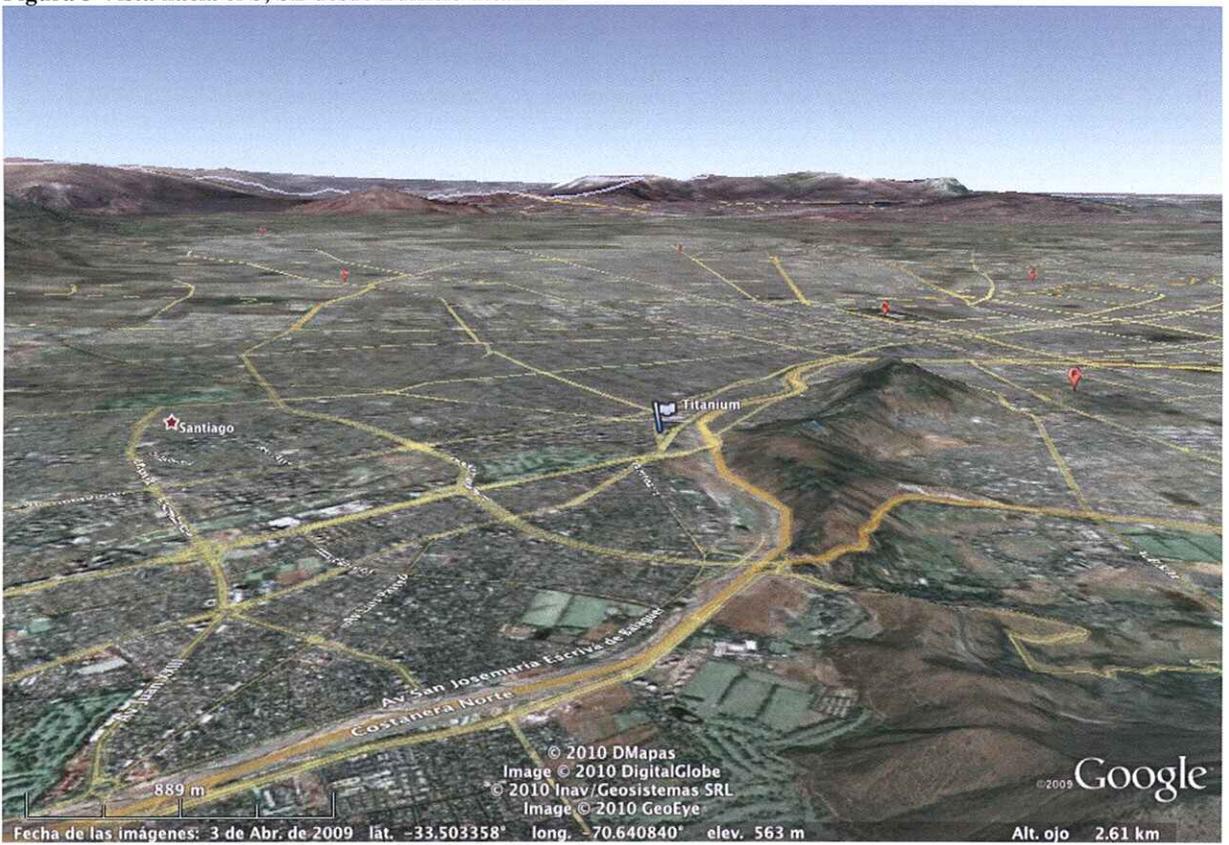


Figura 2 Vista hacia NE de edificio Titanium.





**Figura 3 Vista hacia el S, SE desde Edificio Titanium**



**Fig. 3 Vista hacia O ,SO desde Edificio Titanium**

*(Handwritten signature)*

## Estrategia de medición

El principal objetivo del estudio es rastrear el transporte de contaminantes dentro de la cuenca, mediante una serie de barridos verticales y horizontales, programados en el Lidar. Los barridos de 360° tienen por objeto tener “mapas” de contaminación, en una serie de tiempo de 24 a 48 horas, con una frecuencia de 1 hora. Adicionalmente se realizarán perfiles radiales de manera de poder ver variabilidad de condiciones de dispersión vertical dentro de la cuenca. La campaña completa debería ser de 24 a 48 horas, en forma ininterrumpida, de manera de generar por primera vez una “radiografía” de un episodio crítico. El equipo se encontrará instalado en Titanium, y de acuerdo a factores de ventilación modelados por la DMC, y alturas de mezcla modeladas por UNAB, se determinará la fecha de medición de la campaña.

Método	Descripción	Frecuencia
Barrido 360°	Barrido con la finalidad de observar traslado horizontal de contaminantes dentro de la cuenca.	Una vez por hora
Perfiles radiales	Cada 45 grados se realiza un perfil vertical, con la finalidad de ver condiciones de mezcla vertical de contaminantes	Una vez por hora

## Dimensiones y peso del LIDAR.

El LIDAR consta de dos partes principales, el sensor y el sistema de postproceso (Fig. 4). Las dimensiones son presentadas en la imagen. Se debe considerar transportar un peso de entre 350 a 400 kg.

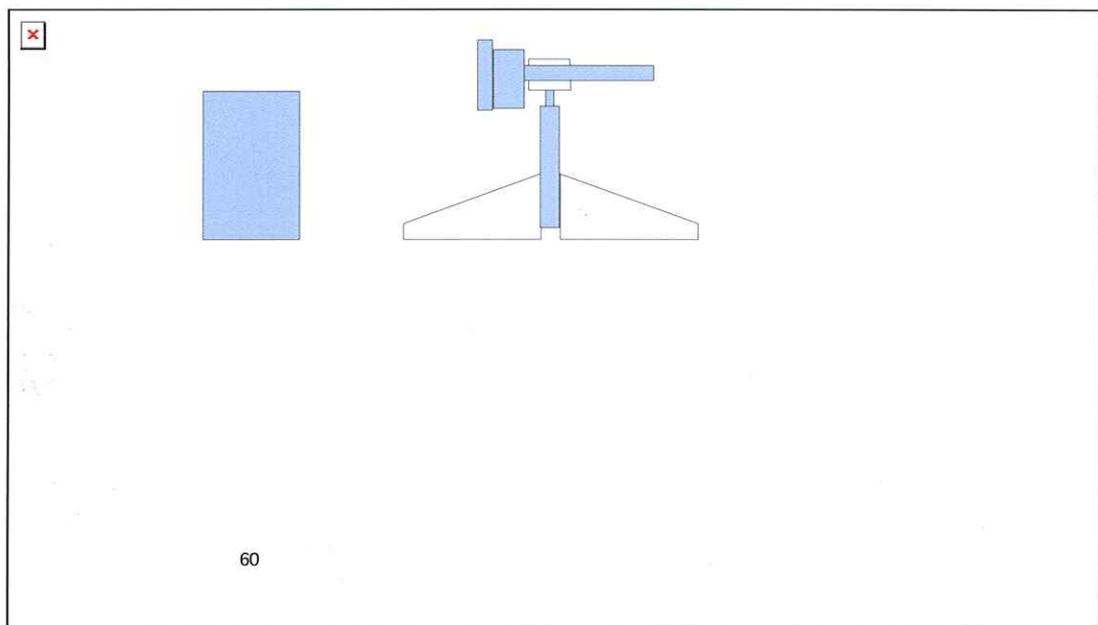


Figura 4. A la izquierda se observa un esquema del sistema de postproceso y sus dimensiones principales. A la derecha se muestra un esquema del sensor (soporte, unidad de laser, telescopio, contrapesos, etc.) y sus dimensiones principales. El equipo completo pesa alrededor de 350 – 400 kg.

### **Postprocesamiento de los datos.**

Los datos serán postprocesados por el equipo mencionado anteriormente o por quien en común acuerdo entre la DMC y la UNAB se nombre. Una vez hechos los análisis correspondientes, los datos podrán ser liberados para dominio público.

A handwritten signature or mark consisting of several overlapping loops and a long tail stroke, located in the lower-left quadrant of the page.



Av. El Bosque Norte 500, Piso 23  
Las Condes, Santiago - Chile  
www.titanium.cl  
Tel: (56 21 953 10 00  
Fax: (56 21 953 07 00

Santiago, 3 de Agosto de 2010.

Señor  
**Marcelo MENA, MS, PhD**  
Director  
**Centro de Investigación para la Sustentabilidad**  
**Escuela de Ingeniería Ambiental**  
**Universidad Andrés Bello**  
**República N° 440, 2° Piso.**  
**Santiago**  
**Chile**

De nuestra consideración:

En relación a su carta de fecha 14 Julio de 2010, manifestamos a Ud. nuestro apoyo al proyecto de la Universidad Andrés Bello relativo a la medición de calidad de aire para Santiago, el cual Ud. representa.

Para estos efectos autorizamos a la Universidad Andrés Bello para que proceda a instalar un instrumento perfilador vertical de aerosoles, LIDAR, de propiedad de la Dirección Meteorológica de Chile, para realizar perfiles horizontales de concentraciones de aerosol dentro de la cuenca de Santiago, cuyo objetivo es llevar a cabo el primer mapeo de la contaminación, el que se instalará en el piso 55 del Edificio Titanium La Portada, siendo de su exclusivo costo la mantención y seguridad de la misma..

La autorización de instalación queda condicionada al cumplimiento de la normativa del Reglamento de Copropiedad del Edificio, Reglamento Interno y siempre que no altere a los comuneros del Edificio Titanium La Portada.

La instalación deberá ser coordinada con el Administrador del Edificio. Además, todos los gastos de instalación, patentes municipales, seguros o autorizaciones de las Autoridades que se requieran, como al igual la seguridad y mantención de los instrumentos que se instalen, serán única y exclusivamente de responsabilidad y cargo de la Universidad Andrés Bello. El plazo de esta autorización será de un mes contado desde la fecha de la presente, al término del plazo deberá efectuarse el retiro todos los instrumentos instalados.

Sin otro particular le saluda atentamente,

**PATRICIO MONTT ERRAZURIZ**  
**GERENTE GENERAL**  
**INMOBILIARIA TITANIUM S.A.**

cc.: Ximena Ramirez  
Alejandra Troncoso  
Archivo

FG-1264  
XRM/xrm