



ANEXO 3

MEMORIA VENTILACIÓN CENTRO AMBIENTAL EL BORBOLLÓN

2014



CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. MARCO NORMATIVO APLICADO	4
3. BASES DE CÁLCULO.....	5
3.1 Sectores involucrados.....	5
3.2 Estándares de capacidad volumétrica y ventilación.....	5
4. CALCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMÉTRICA Y DE RENOVACIÓN.....	6
4.1 Análisis de los sectores a evaluar.....	6
4.2 Análisis de capacidad volumétrica y ventilación	6
4.3 Disponibilidad de ventilación natural.....	7
4.5 Cálculo del volumen necesario de recambio de aire	9
4.6 Análisis de implementación de equipos de renovación de aire	10
5. CONCLUSIONES.....	12



INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Ventilación requerida en función de ocupantes	4
TABLA 2: Distribución de personas por turno de trabajo.....	6
TABLA 3: Capacidad volumétrica de los espacios de trabajo.....	7
TABLA 4: Superficie de aberturas en Nave de Sep. y Galpón de Mantenimiento	7
TABLA 5: Cálculo del volumen de aire teórico por trabajador.....	8
TABLA 6: Cálculo del volumen de aire real por trabajador	9
TABLA 7: Cálculo de cambios de aire por abertura.....	9
TABLA 8: Características de dispositivos de ventilación eólica.....	10
TABLA 9: Cálculo del número de equipos eólicos necesarios	11
TABLA 10: Cálculo renovación de aire total por trabajador	11
TABLA 11: Resumen valores finales obtenidos por el Cálculo	12



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente memoria es calcular, en cantidad, calidad y emplazamiento, los dispositivos de ventilación necesarios de implementar para la correcta renovación de aire de los sectores de trabajo: Nave de Separación y Galpón de Mantenimiento del Centro Ambiental El Borbollón.

2. MARCO NORMATIVO APLICADO

Se ha tomado como base para el desarrollo de la presente memoria las recomendaciones para la correcta ventilación de lugares de trabajo en recintos industriales, señaladas en la Ley N° 19.587 y sus Decretos Reglamentarios y el Código de Edificación de la Municipalidad de Las Heras.

El Decreto N° 911/96, reglamentario de la Ley N° 19.587 establece los siguientes parámetros:

TABLA 1: Ventilación requerida en función de ocupantes

	Volumen del local (m3 por persona)	Caudal de aire necesario (m3/hora/persona)
TABLA 1: Ventilación mínima requerida en función del N° máximo de ocupantes por turno	3	65
	6	43
	9	31
	12	23
	15	18

FUENTE: Ley de Higiene y Seguridad N° 19.587 y Decreto N°911/96

Y el Código de Edificación de Las Heras indica:

- En el Punto II.2.3.4 ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN DE LOCALES, indica que la superficie mínima de ventanas será igual como mínimo al 12% de la superficie de piso de la habitación y que la parte destinada a ventilación, no debe ser menor del 50% de la iluminación mínima obligatoria.
- En el Punto II.2.6 LOCALES INDUSTRIALES, indica que los locales industriales, deberán cumplir con las siguientes disposiciones, además de aquellas que le competen, por los materiales que se manipulen, por los procesos de fabricación o industrialización y/o por el depósito y acopio de las materias primas o productos ya elaborados.
- En el Punto II.2.6.1 DIMENSION DE LOS LOCALES, indica que las dimensiones de los locales industriales serán en función de las instalaciones, máquinas y operaciones que en ellos se realicen, las que en todos los casos deberán ser



tales que permitan el desenvolvimiento del personal en condiciones de higiene y seguridad.

- En el Punto II.2.6.5 ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN DE LOCALES INDUSTRIALES, indica que los locales industriales iluminarán y ventilarán por medios naturales y/o por medios de tubos o conductos, debiendo aplicarse a tal efecto criterios de analogía con los locales habitables o comerciales, según su uso, cuando las leyes provinciales y/o nacionales no establezcan condiciones especiales para el funcionamiento de estos. En todos los casos se deberá asegurar durante las horas de trabajo, una renovación de aire de por lo menos 3 veces por hora.
- En el Punto II.2.6.7 APARATOS EXTRACTORES DE GASES HUMOS Y OLORES, que indica que toda industria que produzca gases, humo y/o olores, deberá emplear aparatos especiales que eliminen gases y olores y aminoren los humos a los índices permitidos que establecen un máximo hollín 1,5 gr/m³ para descargar a la atmósfera, computando a su volumen a 0°C y a 660 ml de presión. Los aparatos eliminadores de gases y olores deberán ser aprobados por la Dirección de Obras Privadas, previa presentación de las características de los mismos y los certificados que demuestren su eficiencia.
- En el Punto II.3.5.1 PRESCRIPCIONES PARTICULARES SOBRE VENTILACIÓN MECÁNICA, indica que de acuerdo a las características del local, la ventilación mecánica debe asegurar renovaciones de aire establecidas por tipo, indicando en el ítem e) para locales industriales, que los locales de trabajo podrán ventilar por medios mecánicos cuando, a juicio de la Dirección de Obras Privadas, los procesos de elaboración o sistemas de trabajo así lo justifiquen. La Dirección dará las normas para cada caso en particular, no relevándose de la obligatoriedad del empleo de aparatos y/o sistemas exigidos para defensa contra la producción de polvos, gases incómodos, insalubres o tóxicos.

3. BASES DE CÁLCULO

3.1 Sectores involucrados

Esta memoria va dirigida a garantizar los estándares de renovación de aire para las zonas de trabajo del Centro Ambiental El Borbollón, y comprende los sectores de Nave de Separación y Galpón de Mantenimiento, dentro de las obras complementarias previstas. Quedan fuera del análisis los sectores de oficinas y vestuarios.

3.2 Estándares de capacidad volumétrica y ventilación

Se ha tomado como base el Proyecto Ejecutivo para la Construcción del Centro Ambiental, en los sectores antes mencionados y las exigencias normativas que garanticen un sistema eficiente de renovación de aire en los mencionados sitios de trabajo. Para esto se adoptaron como base los siguientes estándares:



- Capacidad volumétrica de Locales de Trabajo: 12 m³/trabajador.
- Caudal de renovación de aire por m² de ventana: 2,5 m³/hora
- Caudal de renovación por trabajador: 23 m³/hora
- Total de cambios de volumen de aire por hora: 12 cambios hora (tanto en las tareas de separación, como en el sector de mantenimiento de equipos).

4. CALCULO DE LA CAPACIDAD VOLUMÉTRICA Y DE RENOVACIÓN

4.1 Análisis de los sectores a evaluar

Los sectores del Centro Ambiental a evaluar, son la Nave de Separación de Residuos y el Galpón de Mantenimiento de equipos.

La Nave de Separación tiene una superficie en una planta de 1000 m², y el personal que trabajará en ella asciende a un total de 50 personas. Sin embargo, todo este personal no trabaja en forma simultánea, sino en dos turnos de 25 personas cada uno.

Y el Galpón de Mantenimiento, se proyectó con una superficie de 176, 80 m² en una planta, con un entrepiso de 26,46 m², lo cual totaliza una superficie cubierta de 203,26 m². El personal que trabajará en este sector, suma un total de 10 personas, las que trabajarán en dos turnos (5 personas por turno). Este galpón se subdivide en tres sectores de trabajo: 1) Oficinas: 26,46 m², 2) Depósito en entrepiso: 26,46 m² y 3) Sector de Mantenimiento: 150,34 m².

TABLA 2: Distribución de personas por turno de trabajo

Distribución número de personas por turno		
Sector	Zona	Nº Trabajadores
Nave de Separación		25
	Total NS	25
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	2
	Depósito	1
	Mantenimiento	2
	Total GM	5

FUENTE: Elaboración propia

4.2 Análisis de capacidad volumétrica y ventilación

Los dos sectores evaluados, la Nave de Separación y el Galpón de Mantenimiento, están conformados por espacios de planta libre.

En la Planta de Separación no existen muros divisorios interiores que separen las distintas zonas de trabajo, en tanto en el Galpón de Mantenimiento, si existen muros interiores que separen el sector de Oficinas, del sector de trabajos de Mantenimiento y el Depósito, se encuentra en un entrepiso sin muros divisorios.



TABLA 3: Capacidad volumétrica de los espacios de trabajo

Capacidad volumétrica				
Sector	Zona	Superficie (m2)	Altura promedio (m)	Volumen parcial (m3)
Nave de Separación		1.016,52	9,00	9.148,68
	Total Sup	1.016,52	Vol NS	9.148,68
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	26,46	3,10	82,03
	Depósito	26,46	3,30	87,32
	Mantenimiento	150,34	5,93	891,52
	Total Sup	203,26	Vol GP	1.060,86

FUENTE: Elaboración propia

4.3 Disponibilidad de ventilación natural

La Nave de Separación cuenta con las siguientes aberturas: 1 ventana cenital de 1m x 8,60m (V15); 10 ventanas cenitales de de 1m x 4,70 m (V14); 2 portones de 2,10m x 2m (Portón C1); 2 portones de 4m x 3,30m (Portón E1), sumando una superficie total de vanos de 90,40m².

El Galpón de Mantenimiento cuenta con las siguientes aberturas: 1) Sector de Oficinas: 2 ventanas de 1,40m x 1,40m (V6); 2) Sector de Depósito (entrepiso): 2 ventanas de 1,40m x 1,40m y; 3) Sector Mantenimiento: 7 ventanas de 1m x 4,20m (V13) y 1 portón de 4,30m x 5,40m (Portón); sumando una superficie total de vanos de 60,46 m².

Todas estas aberturas constituyen vanos de abastecimiento de aire fresco proveniente del exterior. Se agrega una tabla con el detalles de estas aberturas.

TABLA 4: Superficie de aberturas en Nave de Separación y Galpón de Mantenimiento

Superficie de aberturas					
Sector	Zona	Aberturas	Cantidad	Superficie unidad (m2)	Superficie Total (m2)
Nave de Separación		V15	1	8,60	8,60
		V14	10	4,70	47,00
		Portón C1	2	4,20	8,40
		Portón E1	2	13,20	26,40
		Total Sup			
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	V6	2	1,96	3,92
	Depósito	V6	2	1,96	3,92
	Mantenimiento	V13	7	4,20	29,40
		Portón	1	23,22	23,22
	Total Sup				60,46

FUENTE: Elaboración propia



Tanto los portones como las ventanas pueden permanecer abiertos, dependiendo de las condiciones climáticas exteriores.

4.4 Cálculo del volumen de aire por trabajador

En primer lugar se realizó el cálculo de volúmenes de aire disponible y su distribución por trabajador, a los efectos de verificar si se cumplen con los supuestos adoptados, establecidos por la legislación vigente.

TABLA 5: Cálculo del volumen de aire teórico por trabajador

Calculo Volumen de aire teórico por trabajador				
Sector	Zona	Volumen de aire zona (m3)	Nº trabajadores	Volumen de aire por trabajador (m3)
Nave de Separación				
		9.148,68	25	365,95
Galpón de Mantenimiento				
	Oficinas	82,03	2	41,01
	Depósito	87,32	1	87,32
	Mantenimiento	891,52	2	445,76

FUENTE: Elaboración propia

Sin embargo para el cálculo del volumen de aire real por trabajador, hay que considerar que los espacios dedicados tanto a la separación de residuos, como a los trabajos de mantenimiento de equipos, están ocupados por diversas maquinarias que restan volumen de aire a estos espacios para los trabajadores.

Para el cálculo del volumen real de aire de las distintas zonas en evaluación se ha considerado la utilización de un factor general 0,4 (como máximo) para la utilización de espacio tanto para las máquinas como para el material de almacenamiento. Esto quiere decir que del volumen total de aire interior, tanto en la Nave de Separación como el Galpón de Mantenimiento, se considera que un 60% de ese volumen puede ser ocupado por máquinas o material acopiado.



TABLA 6: Cálculo del volumen de aire real por trabajador

Calculo Volumen de aire real por trabajador					
Sector	Zona	Volumen de aire teórico zona (m3)	Volumen de aire real- Factor 0,4 (m3)	Nº trabajadores	Volumen de aire real por trabajador (m3)
Nave de Separación		9.148,68	3.659,47	25	146,38
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	82,03	32,81	2	16,41
	Depósito	87,32	34,93	1	34,93
	Mantenimiento	891,52	356,61	2	178,30

FUENTE: Elaboración propia

Siendo la capacidad volumétrica mínima exigida para locales de trabajo de 12 m³ por trabajador, de la tabla anterior se desprende que se cuenta con amplios volúmenes de aire por trabajador, que superan el mínimo normado. Para efectos de cálculo se ha considerado para la zona de oficina la permanencia de dos personas (aunque en realidad no es una situación permanente).

4.5 Cálculo del volumen necesario de recambio de aire

En primer lugar, se realizó el cálculo del caudal de recambio de aire por las aberturas, a los efectos de determinar si existe la necesidad de complementar la ventilación natural con ventilación mecánica.

TABLA 7: Cálculo de cambios de aire por abertura

Calculo cambios de aire por aberturas							
Sector	Zona	Vol. de aire real (m3)	Nº cambios por hora	Vol. aire a cambiar (m3/h)	Sup. de aberturas (m2)	Vol. aire cambiado por abert. (2,5m3/m2) (m3/h)	Deficit a cubrir con medios mecánicos (m3/h)
Nave de Separación		3.659,47	12	43.913,66	90,40	226,00	43.687,66
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	32,81	12	393,72	3,92	9,80	383,92
	Depósito	34,93	12	419,13	3,92	9,80	409,33
	Mantenimiento	356,61	12	4.279,28	52,62	131,55	4.147,73

FUENTE: Elaboración propia

Visto que de la tabla anterior surge un déficit importante de volumen de renovación de aire por hora, para cumplir con las normativas vigentes, resulta necesaria la incorporación de medios mecánicos de intercambio de aire.



4.6 Análisis de implementación de equipos de renovación de aire

Del análisis de la capacidad volumétrica y disponibilidad de ventilación, tanto en la Nave de Tratamiento como en el Galpón de Mantenimiento, surge que se cuenta con suficiente volumen de aire por trabajador, pero adolece de un sistema eficiente de renovación de aire que asegure el número de cambios hora de volumen de aire exigidos por la normativa. La ventilación natural prevista no alcanza a cumplir con este objetivo.

Para superar este problema, se propone la colocación de equipos de extracción de aire de tipo eólicos (ventilación natural) dispuestos a nivel de cubierta, que asegure los estándares de renovación de aire (cambio hora) exigidos.

Recordemos que se adoptaron los siguientes valores, surgidos de la legislación vigente:

- Caudal de renovación por trabajador: 23 m³/hora
- Total de cambios de volumen de aire por hora: 12 cambios hora.

Dentro de las alternativas que ofrece el mercado, en lo referente a dispositivos de ventilación eólica, se encuentra el siguiente producto:

TABLA 8: Características de dispositivos de ventilación eólica

Equipo eólico	Fvg – 20”
Caudal otorgado	3.500 m ³ /hora
Condiciones ambientales	Con viento de 10 km/h y un diferencial de temperatura interior exterior de 5°C.
Condiciones de emplazamiento	Con un diferencial entre ingreso y salida de aire de 5 metros mínimo.

FUENTE: Memoria Cálculo de ventilación – Planta de alimentos para mascotas IANSA S.A.- Chile



Figura 1: Equipo eólico Fvg-24” (conducto de 60 cm)

En el cálculo del número de equipos de extracción eólica para satisfacer los cambios de volumen de aire exigidos, se ha tomado como base el volumen de aire total real por trabajador en las distintas zonas. Lo anterior debido a que en



volumen de aire real por trabajador hay que considerar que los espacios de trabajo son ocupados en forma permanente por equipos y material de almacenamiento, los cuales restan volumen de aire a estos espacios.

TABLA 9: Cálculo del número de equipos eólicos necesarios

Calculo número de equipos eólicos				
Sector	Zona	Deficit a cubrir con medios mecánicos (m3/h)	Caudal del equipo (m3/h)	Nº de equipos
Nave de Separación		43.687,66	3.500,00	12
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	383,92	3.500,00	1
	Depósito	409,33	3.500,00	1
	Mantenimiento	4.147,73	3.500,00	2
Total de equipos				16

FUENTE: Elaboración propia

Con la incorporación de estos 16 equipos, de los cuales 12 serán instalados en la Nave de Separación y 4 en el Galpón de Mantenimiento, se hace una nueva evaluación de la renovación de aire por trabajador.

TABLA 10: Cálculo renovación de aire total por trabajador

Renovación de aire total por trabajador						
Sector	Zona	Volumen de aire real (m3)	Nº cambios por hora	Total volumen de aire cambiado (m3/h)	Nº trabajadores	Caudal por trabajador (m3/h)
Nave de Separación		3.659,47	12	43.913,66	25	1.756,55
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	32,81	12	3.500,00	2	1.750,00
	Depósito	34,93	12	3.500,00	1	3.500,00
	Mantenimiento	356,61	12	7.000,00	2	3.500,00

FUENTE: Elaboración propia

Siendo la renovación de aire mínima exigida por trabajador de 20 m3/hora, se desprende de la tabla anterior que equipando las instalaciones con 16 equipos de extracción eólica, se logran amplios caudales de renovación de aire por trabajador, que superan en forma amplia en mínimo establecido.



5. CONCLUSIONES

En virtud a los resultados obtenidos en el presente Estudio de Ventilación para la Nave de Separación y el Galpón de Mantenimiento del Centro Ambiental El Borbollón, se puede concluir que los valores obtenidos superan los estándares de ventilación establecidos en la legislación vigente. Se agrega una tabla de resumen con los valores finales.

TABLA 11: Resumen valores finales obtenidos por el Cálculo

Resumen							
Sector	Zona	Volumen de aire real (m3)	Nº trabajadores	Volumen de aire por trabajador (m3)	Nº cambios por hora	Total volumen de aire cambiado (m3/h)	Caudal por trabajador (m3/h)
Nave de Separación		3.659,47	25	146,38	12	43.913,66	1.756,55
Galpón de Mantenimiento	Oficinas	32,81	2	16,41	12	3.500,00	1.750,00
	Depósito	34,93	1	34,93	12	3.500,00	3.500,00
	Mantenimiento	356,61	2	178,30	12	7.000,00	3.500,00

FUENTE: Elaboración propia