

696.2
CCHC
C172i
c1

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION
Comisión de problemas de diseño
en ductos de evacuación de gases

INFORME FINAL

GRUPO ESPECIAL DE TRABAJO
SOBRE DUCTOS DE EVACUACION DE GAS
EN EDIFICIOS

CAMARA CHILENA DE
LA CONSTRUCCION
Centro Documentación

-06999-

Setiembre de 1997

1 RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente informe resume las conclusiones de las últimas reuniones del Grupo Especial de Trabajo de la Cámara Chilena de la Construcción para el problema de los ductos de evacuación de gas en los edificios. Como en los informes anteriores, la preocupación central ha sido coadyuvar a las autoridades, en especial a la SEC, en el estudio y la implementación de medidas que den seguridad a la población, en el sentido de que no se repetirán tragedias como las que han ocurrido los últimos meses. Al mismo tiempo es el propósito del Grupo de Trabajo el orientar a los socios de la Cámara y, en general, a quienes trabajan en el sector de la Construcción, respecto de las medidas a tomar en la emergencia.

Como es sabido, el Instituto Nacional de Normalización (INN) ha propuesto una nueva norma respecto de los ductos de evacuación y a la ventilación de los gases de combustión, que se encuentra ya en la etapa de consensos. Este último informe del Grupo se concentra en proponer pautas provisorias que puedan orientar a proyectistas, instaladores y constructores precisamente en la etapa previa a la publicación de la nueva norma. El presente informe considera además conocidos los dos informes anteriores sobre los materiales a utilizar en los ductos y sobre las mediciones de las emanaciones de monóxido de carbono para superar la emergencia.

En resumen, las propuestas desarrolladas en el presente documento, son las siguientes:

- 1.1 Una recomendación a los socios de la Cámara de la Construcción en orden a no utilizar calefones y/o calderas de tiro abierto, en determinados edificios. En subsidio, se sugiere utilizar equipos de tiro balanceado o de tiro forzado, o bien emplear centrales de agua caliente.
- 1.2 Si por razones de costos no es posible emplear sistemas distintos de los tradicionales, se sugiere el empleo de diseños con una "Cámara de Seguridad". Esta incluye además una modificación en el ducto secundario que pasa a ser externo al ducto principal.
- 1.3 En todo caso el sistema de evacuación debe mejorar sustantivamente en cuanto a su aislación y los materiales que se emplean en él. Se reitera la proposición de la Comisión de Materiales en el sentido de distinguir entre el ducto propiamente tal, que debe ser hermético, aislado y construido de acero inoxidable y el shaft, que debe cumplir con los requerimientos de resistencia al fuego establecidos en el Reglamento de la SEC y la Ordenanza.
- 1.4 Finalmente se considera el caso de las viviendas sociales para las que se propone un diseño de ducto externo, en edificios de baja altura.

El presente Informe termina señalando el término de las actividades del Grupo Especial de Trabajo y la continuación de las mismas a través del Instituto de la Construcción, orientándose a apoyar la elaboración, en el menor plazo posible, de una nueva norma para los ductos de evacuación de gases, a partir del texto ya disponible entregado por el INN.

2 BASES TÉCNICAS DE LAS PROPOSICIONES

2.1 Revisión de las bases de cálculo

Inicialmente la Comisión de Diseño del Grupo de Trabajo se propuso una revisión de las bases de cálculo de la actual normativa contenida en el DS 222/95, en especial de la tabla 58.1 del Reglamento, a fin de disponer de una nueva pauta para el diseño de los ductos, que asegurara que no se tendrían insuficiencias en la evacuación de gases. Este estudio fue encargado al Dictuc y se estimó un plazo de unas tres semanas al efecto.

El estudio se basa en la fórmula original de Kinkead (1952), quien fuera el gestor de la norma norteamericana (cfr. Anexo 2). Mas que cuestionar las derivaciones de la fórmula original, lo que se hace es introducir en ella parámetros propios del medio chileno, que ciertamente defieren del de los EEUU (materiales empleados, altura media entre los pisos, temperatura de los gases calientes sobre el ambiente, etc.). Con tales parámetros se establecen dos tablas, para el diseño de ductos de capacidad máxima y de capacidad mínima.

En ambos casos se realizan análisis de sensibilidad, aunque esta afecta mas a los ductos de capacidad máxima. Los rangos de variación de los parámetros principales en el caso chileno conducen a variaciones muy grandes de la capacidad máxima, a saber: 170% para variaciones de la eficiencia; 94% para variaciones de temperatura de los gases calientes y 29% para variaciones de las razones de dilución. En el caso de los diseños para la capacidad mínima, se pone en relieve el problema de la condensación, que aún bajo el supuesto de una buena aislación, no permite evacuar bien el calefón inferior en un ducto de mas de 5 pisos.

En suma, los resultados de este análisis mostraron rangos de variación demasiado amplios y problemas de condensación que tienden a agravarse con la altura de los edificios, lo que impediría elaborar una pauta relativamente segura. De hecho, como se expresa directamente en el Informe del Dictuc del Anexo 2, mas allá de 5 pisos, no es posible asegurar que no habrá problemas con la evacuación.

2.2 Resumen estadístico del trabajo de las mediciones recientes.

La estadística de las mediciones recientes efectuadas por el Dictuc en estos últimos meses, (cfr. Anexo 3) entrega a su vez antecedentes valiosos desde el punto de vista de la experiencia práctica y que tienden a avalar las conclusiones del estudio de fluido dinámico. A pesar de que, en general, los edificios cumplen con la norma e incluso en algunos casos están sobredimensionados, en el sentido de tener una sección de ducto igual o mayor que la que se especifica en la tabla 58.1, hay problemas en cuanto se procede a la medición de las emanaciones de monóxido.

Los antecedentes muestran fehacientemente que la conexión de dos o mas ductos secundarios en un mismo piso de un ducto primario conduce sistemáticamente a problemas en la evacuación de los gases..

Otra situación que se registró recurrentemente es la de encontrar emanaciones de CO, pese a estar completamente apagados los calefones. En la generalidad de los casos se encontró que tal problema derivaba de fugas en las instalaciones de artefactos en departamentos con gas de ciudad. Como es sabido, la composición de éste incluye el monóxido de carbono -aunque en parte minoritaria- como combustible.

Por otra parte no fue posible establecer conclusiones respecto a las diferencias entre gas licuado y gas de ciudad. Como se observa en el Anexo 3, la muestra, pese a ser suficientemente grande, contempla una enorme mayoría de casos de gas de ciudad y un muy escaso número de casos de gas licuado, lo que no permite obtener resultados estadísticos respecto de diferencias entre ambos combustibles.

Finalmente, si se ordena la información registrando las emisiones medidas en ppm según la altura de los edificios, se observa claramente que las rangos altos de éstas -es decir, sobre 36 ppm- ocurren en edificios de más de 5 pisos, tendiendo a agravarse por sobre los 10 pisos. Si se clasifican los edificios en habitados y desocupados, claramente los primeros presenta mayores problemas, lo que se explicaría por obstrucciones en los ductos, derivadas de desprendimientos de ductos secundarios por corrosión o mal afianzamiento, caídas de materiales de construcción y basuras, e intervenciones del ducto por parte de los usuarios.

2.3 En resumen: los antecedentes reunidos por la Comisión, no permiten sacar conclusiones definitivas sobre el problema. Existe incertidumbre respecto del comportamiento de las diferentes variables que inciden en el diseño, y las estadísticas disponibles no son suficientes para inferir con cierta certeza pautas a seguir. Por lo tanto es necesario seguir haciendo mediciones e investigaciones concretas. Ello debe complementarse con el estudio de la experiencia de otros países al respecto, a través del análisis comparativo de las diversas normas extranjeras.

3 RECOMENDACIONES BÁSICAS PARA NUEVOS DISEÑOS

Los antecedentes expuestos precedentemente nos llevan a sugerir a nuestros socios, y, en general, a quienes trabajan en el sector construcción, un conjunto de medidas que detallamos a continuación. Vale la pena advertir, sin embargo que, dada la incertidumbre arriba señalada, nuestras propuestas respecto de nuevos diseños -mientras se establece una norma más segura y definitiva- son marcadamente conservadoras, en el sentido de resguardar prioritariamente la salud y la seguridad de la población. Con todo, este informe intenta claramente prevenir a los usuarios de edificios ya en funcionamiento, en el sentido de tomar muy seriamente el problema y los riesgos que este implica.

3.1 Colocar calefones y calderas de tiro abierto solo en edificios de hasta 5 pisos. Los antecedentes expuestos muestran que, en edificios de baja altura, es posible mantener los criterios de diseño de la actual normativa expresada en el DS 222/95. Sin perjuicio de ello, los antecedentes teóricos disponibles indican que sería necesario corregir la tabla 58.1 ampliando las dimensiones, para lo cual puede ser un buen punto de partida el estudio de la Universidad Católica (Anexo 2).

- 3.2 Colocar equipos alternativos en edificios sobre 5 pisos.** Ante el grado de incertidumbre que se tiene, de acuerdo a los análisis teóricos y a la experiencia práctica, el Grupo Especial de Trabajo consideró importante advertir del peligro que representa para la salud, y la vida misma de la población, seguir colocando equipos de tiro abierto, es decir calefones y calderas tradicionales. Por tanto, sugiere un criterio de cautela en el sentido de abstenerse de construir edificios de una altura mayor de cinco pisos con tales equipos y optar por otras alternativas, como son los equipos de tiro balanceado, de tiro forzado, y las centrales de agua caliente.

Se estima que el incremento de costo que implican estas soluciones alternativas, representa un aumento en el estándar de la vivienda, en beneficio de la seguridad y de la calidad de vida de los chilenos que, además, corresponde a las tendencias generales que se observan en los países desarrollados. En tal sentido, aún cuando posibles estudios posteriores muestren que es factible seguir colocando equipos tradicionales en edificios de mas de 5 pisos, debiera mantēnerse la pauta de ir hacia el cambio tecnol3gico que mejora la seguridad y la calidad de vida de los usuarios.

- 3.3 Alternativa de la “Cámara de seguridad”.** Estamos conscientes, sin embargo, de que en los tramos de la vivienda económica, aunque hay pocos edificios altos, debe buscarse una solución intermedia. Para ello el Grupo propone una “Cámara de Seguridad” que encierra el calef3n y/o caldera en un cl3set hermético en la logia, con ducto de evacuaci3n y toma de aire externa (ver Anexo 4). Es decir, técnicamente, se construye una especie de tiro balanceado, pero en el que se sella y se conecta al exterior, no la cámara de combusti3n, sino el equipo entero.

Ciertamente esta es una propuesta que no puede generalizarse a todos los diseños, pero nos parece lo suficientemente amplia. Cabe destacar en esta “Cámara de Seguridad”, que los ductos individuales o secundarios se consideran externos al ducto colectivo o principal. Como se señalaba, la experiencia ha demostrado una escasa vida útil de estos ductos secundarios que terminan cayendo y obstruyendo el ducto colectivo. Además, la introducci3n de éstos ductos en el principal genera un significativo estrangulamiento de la secci3n, la que, en el caso de corresponder a dos o mas artefactos, tiende a ser causa de graves problemas de evacuaci3n. Adicionalmente, la eventual basura y/o escombros que caen en los ductos, tiende a atascarse y obstruir, en lugar de caer hasta el nivel inferior donde puede ser extraída.

- 3.4 Aislaci3n de los ductos de evacuaci3n.** Los antecedentes analizados ponen en evidencia la necesidad de evitar el enfriamiento de los gases, para asegurar el adecuado funcionamiento por convecci3n. Es por ello que se recomienda, construir los ductos de evacuaci3n con la adecuada aislaci3n térmica y cerrando la abertura inferior. Esta última no solo provoca enfriamiento, sin que además incorpora aire aumentando inútilmente el caudal y con ello las exigencias de mayor velocidad en la evacuaci3n. Sin embargo este cierre requerirá de una disposici3n especial de la SEC autorizando la eliminaci3n de tales escotillas.

3.5 Construir ductos con acero inoxidable. Siguiendo el Informe de la Comisión de Materiales reiteramos la necesidad de distinguir entre el shaft y el ducto propiamente tal.

El shaft debe básicamente asegurar la resistencia al fuego de acuerdo a las exigencias de la SEC y de la Ordenanza y para cumplir este propósito debe estar aislado del ducto propiamente tal.

El ducto por su parte debe ser hermético, incombustible, resistente a la corrosión y debe asegurar el escurrimiento lo más fluidamente posible. Siempre de acuerdo con el informe de la Comisión de Materiales, nuestra sugerencia es que el ducto sea de un espesor mínimo de 0,8 mm. de acero inoxidable AISI 420L o AISI 316 L.

En cuanto al shaft se consideran los diversos materiales especificados en el informe respectivo, por ejemplo: albañilería de ladrillo, albañilería de yeso, planchas de yeso cartón, planchas de fibrosilicato o placas de hormigón liviano.

Alternativamente shaft y ducto pueden construirse como una sola unidad de hormigón armado.

Entendemos que estos materiales son más onerosos que la entubación en fierro galvanizado, pero ello asegura que el deterioro con el tiempo de uso sea minimizado. Como en el párrafo precedente (3.2), se trata de ir desplazándose hacia un estándar que debe ir subiendo, incluso en viviendas sociales.

3.6 Ductos Externos. En viviendas sociales de hasta 5 pisos se considera la utilización de ductos de evacuación externos basados en la normativa norteamericana. En el Anexo 5 se expone un esquema básico y un detalle de la propuesta.

En todo caso estos ductos deben ser de acero inoxidable 420 L o 316 L y contemplar una buena aislación tal como está establecido en el Informe de la Comisión de Materiales.

3.7 Edificios anteriores, con mas de 5 pisos. Pese a que el presente informe se refiere a los problemas de diseño en la etapa anterior a la definición de la nueva normativa, nos parece pertinente reiterar advertencias que hemos planteado en el primer informe, en el sentido de la gravedad de la situación generada con la obsolescencia de la norma chilena.

Los antecedentes expuestos muestran que es posible que un edificio habitado, incluso recién entregado y probado satisfactoriamente, de mas de 5 pisos, diseñado construido con la norma vigente, tenga problemas futuros de evacuación de los gases. que un edificio habitado, incluso recién entregado.. La probabilidad de emanaciones de CO aumenta con factores múltiples entre los que cabe mencionar especialmente la antigüedad del edificio, la mayor altura del mismo, la instalación de calderas murales, y/o la colocación de mas de un calefón por ducto en el mismo departamento.

Mención especial merecen los edificios de mas de 5 pisos, habitados y con central de agua caliente, a los que de acuerdo a la norma actual, se les ha dejado un ducto de ventilación. Es recomendable anular ese ducto y desconectar los eventuales calefones que se hubieren instalado con posterioridad a al entrega del edificio.

La Comisión Especial sugiere -en especial a las administraciones de edificios- hacer mediciones de monóxido. Al efecto existen diversos organismo técnicos -universitarios y privados- que realizan estos análisis. Están igualmente disponibles en el mercado, con la debida certificación técnica y a precios relativamente accesibles, detectores de monóxidos domésticos de fácil manipulación, que pueden ser instalados en cualquier departamento.

No es suficiente, sin embargo, la sola constatación, en una medición, de la ausencia significativa de monóxido de carbono. Las revisiones deben ser efectuadas periódicamente, de modo similar de las revisiones que se efectúan en el parque automotor. Esperamos que la autoridad reglamente a la brevedad estas revisiones como obligatorias para seguir recibiendo el abastecimiento del combustible. Entendemos que la SEC en particular ya tiene en estudio normativas al respecto, pero instamos también a la autoridad municipal a que intervenga, impidiendo, por ejemplo, el cierre de logias.

4 CONTINUACIÓN DEL TRABAJO, EN EL MARCO DEL INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN

Visto en su conjunto, lo que pone en evidencia el trabajo de las Comisiones de este Grupo Especial es que hay una clara necesidad de nuevos estudios y experimentaciones, porque la especificidad del caso chileno, no ha sido suficientemente analizada. Mas aún cuando ha habido significativos cambios tecnológicos tanto en los sistemas constructivos como en los materiales y en los equipos de combustión. Dado la extrema gravedad que implican las fallas en la evacuación de gases tan tóxicos, es esta, una tarea urgente.

Como se sabe, el INN ha entregado ya un proyecto de cambio de la norma respecto de las especificaciones para la evacuación de gases de la combustión (Nch2423/1.c97) y respecto de las especificaciones de su ventilación (Nch2423/2.c97), que ha pasado a la fase de consensos. La existencia del convenio entre la Cámara de la Construcción y el INN entrega un muy adecuado marco institucional para impulsar esa tarea. De hecho el recientemente creado Instituto de la Construcción ha tomado el tema como una de sus primeras actividades y podrá así contribuir eficazmente a la tarea de consensuar productores de gas, constructores e inmobiliarios, proveedores de materiales y las universidades.

En concordancia con lo expuesto, el Grupo Especial de Trabajo llega al término de sus labores con la entrega del presente informe, sin perjuicio de que la dirección de la Cámara pueda dar adecuado seguimiento a la implementación de las proposiciones emanadas en los diversos documentos que fueron elaborados.

ANEXO N° 1

MINUTAS DE REUNIONES

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

**MINUTA
REUNIÓN 17 DE JULIO DE 1997**

PROBLEMAS GENERALES PRODUCIDOS POR LA DEFICIENTE EVACUACIÓN DE GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN, EN EDIFICIOS DE ALTURA .

1.- A la citada reunión asistieron más de 60 personas, la cual se inició con las palabras del Sr. Eugenio Velasco M. quien realizó un diagnóstico general de la situación actual, exponiendo la normativa vigente y los informes técnicos elaborados por el IDIEM respecto del D.S. Nº 222 de 1995.

2.- Intervinieron a continuación, los representantes del DICTUC que aportaron el diagnóstico técnico, resumido en los siguientes puntos :

- a) Insuficiencia de los shaft en la evacuación de los gases, norma inadecuada.
- b) Detección de problemas constructivos en los ductos.
- c) Inadecuada mantención de los artefactos de gas.
- d) Modificaciones irregulares en los ductos efectuadas por los usuarios.
- e) Ductos tapados por elementos ajenos, tales como basura, palomas y otros. Ineficiencia en la mantención de limpieza de los ductos.
- f) Mediciones de Monóxido de Carbono reflejaron altas concentraciones aún en zonas en las cuales no existen artefactos a gas.
- g) Inexactitudes en la construcción de los shafts respecto del diseño original del proyecto contenidos en los planos.
- h) Detección de problemas de evacuación en edificios de altura a contar del piso noveno o décimo, a pesar del cumplimiento cabal de la norma.
- i) Propusieron la aplicación inmediata de políticas de mantenimiento de los shaft.
- j) indicaron por último, que en un periodo no superior a un mes, de trabajo intenso, podrían ser rectificadas las normas que dicen relación con los materiales y dimensionamiento de ductos, tarea que deberá iniciarse a la brevedad.

3.- El Sr. Eugenio Velasco distinguió distintas etapas en los conflictos a resolver de acuerdo a las distintas fases de construcción en que se encuentran los edificios :

- a) Edificios en construcción.
- b) Edificios construidos que no han obtenido aun su recepción municipal.
- c) Edificios construidos, recepcionados y entregados.
- d) Edificios en etapa de proyecto para los cuales es necesario aplicar una nueva norma que solucione definitivamente los problemas de evacuación de gases producto de la combustión en los edificios de altura.

Para lo anterior, se solicita la exposición de los principales problemas y puntos de vista de los asistentes :

4.- A continuación se resumen las principales opiniones vertidas :

a.- Sr. José Molina. : propone dividir el problema en dos cuestiones, la mala evacuación de los gases, y la aplicación retroactiva del Ordinario 1923 de 6 de Junio del presente.

b.- Sr. Andrés Varela: acompaña informe DICTUC sobre mala evacuación, rechaza la entrada en vigencia del Ordinario N°1923 del 6 de Junio y postula una declaración pública por parte de la Cámara en esta materia.

c.- Sr Raúl Díaz Valdés solicita prudencia en el planteamiento público de este tema por la falta de intervención oportuna del sector privado.

d.- Sr. Daniel Salinas: Estima desproporcionada la F-120 . Solicita certificación de los edificios de altura por parte de Organismos técnicos tales como, DICTUC o IDIEM a objeto de solucionar el conflicto actual en las recepciones.

e.- Sr. Gonzalo Arrau solicitó una etapa transitoria para aquellos edificios que están en tiempo de poder modificar los shaft.

f.- Señor Luis Latorre, destaca :

a) Problema de interpretación ambigua de la norma.

b) Se acepten condiciones mínimas de funcionamiento de los shaft.

c) Se acepte el D.S. N°222 aumentado en un porcentaje.

d) Dudosa validez técnica de la norma.

e) Materiales ductos se relacionan con la durabilidad y evite escapes.

f) F-120, exagerado.

g) Se haga un catastro y el SEC acepte una declaración anticipada.

g) Sr. Daniel Lyon, propone dar 3 o 4 posibilidad de soluciones avaladas por el DICTUC o IDIEM.

h) Sr. Andrés Alemany, solicita se emita un certificado de funcionamiento mientras no haya una norma definitiva.

5.- Conclusiones a cargo de don Eugenio Velasco:

a) La Cámara desea resaltar la importancia y gravedad que reviste este problema por el riesgo que representa para las personas, así como por los alcances que tiene para el sector inmobiliario.

b) A la luz del informe de DICTUC N° 1306 de 19 de mayo de 1997 emitido a la solicitud de la Constructora Raúl Varela sobre dimensionamiento de ductos de evacuación especificados en el D.S. N° 222 del Ministerio de Economía de 19 de abril de 1995; y del informe del IDIEM C.E.N° 228.036 del 30 de abril de 1997 sobre el Artículo 61 del mismo decreto, se concluye principalmente lo siguiente:

b.1) La normativa de diseño de ductos está obsoleta, es insuficiente y aparecen como cuestionables varios fundamentos considerados en su formulación.

b.2) La redacción de ella es imprecisa, enredada, ambigua y contradictoria; se presta a equivocadas interpretaciones e impide conseguir seguridad y durabilidad en las construcciones.

c) Se debe solicitar a la SEC un catastro de los edificios con problemas, especificando la naturaleza de ellos.

d) Solicitar a SEC que se acelere al máximo la recepción de los edificios que cumplan la normativa vigente.

e) Considerando lo señalado en el punto b) anterior, solicitar a SEC que no aplique el Oficio Circular N° 1923 del 6 de junio de 1997, pues además de no introducir modificaciones importantes al DS N° 222 del 19 de abril de 1995, que hagan realmente más seguras las instalaciones, adolece del efecto práctico de retroactividad, lo que en opinión de la Cámara lo transforma en inconstitucional.

f) La Cámara propone y exige la modificación más inmediata de las normas y ofrece su apoyo y colaboración a las autoridades competentes para ello. Con tal finalidad se nombran en esta ocasión dos comisiones de trabajo para estudiar las normas de diseño de los ductos de evacuación y la de los materiales que los componen. Estas comisiones las presidirán los señores Andrés Varela y Carlos Brunet respectivamente.

El DICTUC se ha ofrecido para participar en estas comisiones y se invitará a ellas también a IDIEM, sin perjuicio del trabajo que estas dos entidades realicen separadamente.

g) Se espera y desea realizar una labor estrecha de cooperación con la SEC para alcanzar soluciones parciales y definitivas en el más breve plazo.

h) La SEC así como las Direcciones de Obras Municipales, deben emitir instructivos y realizar inspecciones a fin de impedir y verificar que los ductos de evacuación de gases y las tomas de aire previstas en los edificios construidos sean intervenidos y alterados por los propietarios, como sucede actualmente, lo que ha creado buena parte de los problemas actuales.

- i.) Se insta a la SEC a encontrar una urgente solución transitoria a fin de regularizar los trámites de recepción de las instalaciones de los edificios en tres etapas:
 - i.1) Edificios ya construidos y con recepción pendiente.
 - i.2) Edificios en construcción de terminaciones.
 - i.3) Edificios en construcción de obra gruesa.

- j) Debe encontrarse también urgentemente una solución a los edificios ya entregados a los compradores y, de ser necesario ejecutar modificaciones, debe considerarse que en buena parte de los casos ella es de responsabilidad de sus propietarios, para lo cual debe encontrarse una armónica solución, evitando culpar a empresas constructoras que han cumplido con la normativa vigente.

- k) Es objetable y debe revisarse que a las viviendas sociales de tres pisos se les aplique la misma norma y exigencias que se utilizan para edificaciones en altura.

- l) No es recomendable, entre tantos otros defectos de las normas, que el Artículo 33 del DS 222, obligue a construir ductos de evacuación de gases para calefones, cuando los edificios están abastecidos de agua caliente a través de una central de agua caliente. Esta norma implica una intervención posterior en la construcción que conlleva riesgos innecesarios.

- m) No es aceptable que haya Direcciones de Obras Municipales que como consecuencia de los problemas de evacuación de gases quemados paralicen el otorgamiento de permisos de edificación. Para corregir esta anomalía debe actuar la autoridad competente.

Santiago, 21 de julio de 1997

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

**MINUTA
REUNIÓN 21 DE JULIO DE 1997**

EN LA SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE

**PROBLEMAS GENERALES PRODUCIDOS POR LA DEFICIENTE
EVACUACIÓN DE GASES PRODUCTO
DE LA COMBUSTIÓN, EN EDIFICIOS DE ALTURA .**

La citada reunión se realizó con el señor Superintendente de Electricidad y Combustible don Juan Pablo Lorenzini, en sus oficinas, asistiendo los señores Hernán Doren L., Eugenio Velasco M., Alejandro Fuenzalida C, Cristóbal Prado L.

En resumen, se trataron los siguientes puntos:

1.- Edificios terminados, recepcionados y vendidos. Con respecto a este punto el señor Superintendente manifestó que existe en la actualidad un cuello de botella para la solución de los problemas en estos edificios, debido a que son muy pocas las empresas instaladoras dispuestas a realizar los trabajos de reparación, ya que involucra una responsabilidad mayor difícil de aceptar. Las empresas instaladoras serían del orden de unas 8 o 9 seguras y otras 5 o 6 que podrían agregarse al listado. Este listado será enviado a la Cámara Chilena de la Construcción .

Además, agregó que existe un segundo cuello de botella que es la falta de empresas certificadoras capaces de realizar una inspección correcta de los edificios con problemas.

En estos dos problemas planteados solicitó la ayuda de la Cámara con el fin de buscar empresas instaladoras y certificadoras. Lo importante, agregó el señor Lorenzini es que sean empresas e instituciones registradas en la SEC ya que así pueden tener una tuición sobre ellas. La Cámara propuso contactar a IDIEM y a las propias empresas de gas a fin de acelerar las certificaciones.

Además, agregó que la Superintendencia está optimizando los cortes de gas, ya que sólo se cortan los sectores que presentan problemas y no en todo el edificio.

2.- Edificios con recepción pendiente: A este respecto, en primer lugar, se discutió una eventual retroactividad del Ordinario 1923 de fecha 6 de Junio del presente, emitido por la SEC, que evitaría que los edificios terminados fueran recepcionados por la SEC y luego por las Direcciones de Obras. A este respecto, se llegó a una especie de consenso en orden a considerar que existe una "retroactividad práctica", discutible desde el punto de vista legal, pero que ha significado que aquellos edificios que habían sido construidos bajo una cierta interpretación del D.S. N°222/95, se le cambie la interpretación quedando los shaft, en relación a sus materiales fuera de norma.

La solución a este punto iría a que partiendo de la base que todos los ductos en esta situación cumplieran con haber sido construidos conforme al D.S.N°222/95 y su anterior interpretación. Se procedería a que cada edificio en esa condición sea objeto de una inspección y si de ella se demuestra que el o los shaft cumplen con su finalidad que es evacuar los gases, se recepcionarían por parte del SEC.

Para lograr lo anterior, el señor Superintendente quedó en estudiar la solución propuesta a través de una complementación del Ordinario N°1923 y considerar esta solución como un nuevo procedimiento de excepción del artículo 7° del D.S. N°222 de 1995.

Por último, en este punto manifestó muy necesario realizar algunas modificaciones al D.S. N°222/85 en los siguientes puntos:

- a) Que los shaft sean verticales, evitando los quiebres,
- b) Cambiar cenicero por una puerta de registro,
- c) Agregar expresamente la responsabilidad en la mantención y vigilancia de los ductos de ventilación de los gases producto de combustión a los propietarios a través de las juntas de vigilancia y los administradores, y
- d) Prohibición de cerrar las loggias o los respiradores proyectados cuando las especificaciones técnicas las indiquen.

3.- Edificios en proceso de construcción. A este respecto se plantearon algunas posibles soluciones, pero con la necesidad de estudiarlas más a fondo: La primera sería la de reentubar o encamisar por dentro los ductos en algún material que la SEC o un organismo técnico proponga (ejemplo fierro galvanizado de más de 0,8 mm.) y la segunda serían agregar el requisito de una certificación periódica (cada 1 o 2 años) de los shaft por parte de un organismo certificador, para lo cual sería necesario dejar ventanas de registro cada 3 pisos con lo cual se permitiría el acceso correspondiente del organismo certificador al ducto o shaft para verificar su estado y mantención

4.- Solución de fondo. Para este fin se determinó que la solución va en orden a que a través del INN se desarrolle una nueva norma que se demoraría, a lo menos un año y medio en su creación. Para ello es necesaria una colaboración de la SEC con el INN.

5.- Por último, se le manifestó al señor Superintendente el resultado de la reunión del jueves 17 de Julio realizada en las oficinas de la institución, donde participaron cerca de 60 personas. Se le solicitó que la Superintendencia participara directamente en las reuniones de las comisiones de diseño y materiales de ductos. A lo anterior, el señor Superintendencia se manifestó interesado, pero señaló que tenía una carencia de personal y que el poco que tiene se encontraba en terreno, pero que buscaría la forma para participar. En este sentido, se le señaló que era de vital importancia su participación en estas comisiones, ya que de ellas se buscarían soluciones transitorias que debían ser avaladas por su Superintendencia.

CPL
22.07.97

PROBLEMAS DE EVACUACION DE GAS DEBIDO AL DISEÑO

MINUTA DE ACUERDOS
Reunión del 22 de Julio de 1997

1. Con la asistencia de 16 personas, es decir quienes se inscribieron en la pasada reunión del 17 de Julio y nuevos miembros, y a partir de las 08:30 horas en punto, trabajó la subcomisión sobre problemas de diseño en los ductos de evacuación. Se contó además con la presencia de tres representantes del DICTUC, la Sra. Oscarina Encalada, el Sr. Ricardo Pérez y el Sr. Iván Solar.
2. Se repartió a los asistentes, además de la tabla, el informe del DICTUC sobre las deficiencias de la norma chilena y una minuta en un resumen de la reunión del 17 de Julio. Al comienzo de la reunión el Sr. Ricardo Pérez entregó una información sobre la labor que está haciendo el DICTUC en cuanto a diseño y el Sr. Cristóbal Prado entregó la información sobre la reunión sostenida el lunes 21 de Julio con el Sr. Superintendente de la SEC. Sobre esa base se debatió sucesivamente sobre dos temáticas:
 - a) Condiciones para la entrega de edificios ya terminados
 - b) Pautas para los edificios que están en construcción, y que han sido proyectados con la norma actualmente vigente.
3. Pese a que se informó que el Superintendente excusó la presencia de funcionarios de la SEC que fueron invitados a participar en nuestras reuniones, aduciendo falta de personal en la emergencia, la Comisión consideró indispensable que la SEC estuviera representada en el debate que estamos haciendo, a fin de viabilizar las propuestas que se elaboren. Al respecto se acordó:
 - a) Proponer al Sr. Superintendente la contratación de un asesor especializado, cuyo financiamiento puede cubrirse por las empresas interesadas, comprometiéndose desde ya Gasco (don Hernán Ceppi) su aporte.
 - b) Enviar a SEC, a través del Superintendente, las minutas resúmenes de estas reuniones.
4. Entrega de edificios terminados:
 - a) De acuerdo a la información entregada, la SEC recibiría los edificios pendientes sí, a través de mediciones, se comprueba que sí pueden evacuar el monóxido. En la misma reunión se estableció la importancia de entender dicho funcionamiento como algo que debe ser periódicamente revisado por los usuarios, y que por tanto debe quedar un registro apropiado para esa revisión posterior. El Sr. Pérez de DICTUC comprometió para la siguiente reunión una pauta que precisará la forma de esas pruebas y lo que se entenderá por "funcionamiento" de los ductos, con indicación del control periódico que deberá hacerse.

- b) Se coincidió en la significativa incidencia que están teniendo en la mediciones actuales las emanaciones provenientes de los subterráneos de estacionamiento, especialmente en las primeras horas de la mañana. Al respecto se acordó que el Sr. Hernán Cepol presentará en la próxima reunión una propuesta de desconexión de ducto con el aire proveniente de esos subterráneos a la vez que ver manera de evacuar esas emanaciones.
- c) En relación a los edificios pendientes que se diseñaron sobre la base de calderas centralizadas, y que por tanto no debieran tener problemas de evacuación se considera que los ductos pueden ser posteriormente intervenidos por los usuarios con calefones adicionales lo que implicará un riesgo de emanaciones. El Sr. Schepeller propondrá medidas sencillas que tiendan a eliminar tal problema de modo de proponer a la SEC la inmediata recepción de las declaraciones respectivas.
- d) El DICTUC ha revisado ya más de 600 departamentos y con ello se tiene una importante estadística que permite identificar empíricamente el origen de los problemas que se han detectado. Según lo expuesto, hay dos puntos en los que se originan las emanaciones; los ductos y los artefactos. Respecto de los primeros, los problemas son a su vez de dos tipos: sub dimensionamiento y obstrucción, tanto por residuos al momento de la construcción, como por desprendimientos de tubos secundarios y otros, una vez que el ducto ha estado en funciones algunos años. En relación a los artefactos, se informó de graves problemas de mantenimiento. La Sra. Oscarina Encalada ofreció exponer sucintamente estas experiencias en terreno en la reunión subsiguiente.

5. Edificios en construcción o en etapa de diseño:

- a) Aún sin hacer un cálculo preciso con apoyo de software, DICTUC opina que es posible tener una pauta bastante aproximada de dimensionamiento de los ductos que superó los problemas de la norma actual asegurando en buena medida el funcionamiento de shafts. Se trataría de revisar en detalle las aproximaciones que se hicieron en la tabla 58 del reglamento, cuestionando los supuestos de base de dicho cálculo. La ventaja del método propuesto es que -explicitadas las bases del cálculo- es posible ir corrigiendo sucesivamente la tabla. El Sr. Pérez comprometió una presentación sobre el tema en la próxima reunión.
- b) El Sr. Daniel Lyon expuso brevemente una alternativa que está implementando en su edificio, consistente en encerrar los calefones en una cámara hermética, que mediante una rejilla de ventilación que da al exterior, tomaría el oxígeno y evacuaría las eventuales emanaciones que se pudieran producir. La comisión considera interesante analizar esta alternativa y el Sr. Lyon compromete una presentación con ilustraciones la siguiente reunión.
- c) Quedan pendientes a analizar otros temas: sistemas de tiro balanceada a otro forzado, colocación de calderas y calefones en la techumbre, evitar el cierre de logias, entre otros.

6. La reunión se dio por terminada a la 10:15 Se cita a nueva reunión el jueves 24, sin necesidad de confirmación telefónica.

PROBLEMAS DE EVACUACIÓN DE GAS DEBIDO AL DISEÑO

MINUTA DE ACUERDOS
Reunión del 24 de julio de 1997

- 1.- Se inicia la reunión a las 8:30 hrs. con la asistencia de 16 personas. Preside don Andrés Varela, Secretaria: Lucía Cabrera.
Se distribuye entre los asistentes la Tabla de esta reunión, la minuta de la reunión anterior y documentación entregada por los señores Ricardo Pérez y José H. García.
- 2.- El señor Varela informa que no ha habido avance respecto de la participación de un representante de SEC en este grupo de trabajo y que existe acuerdo de enviar a SEC copias de las minutas de estas reuniones.
Se sugiere formalizar por escrito la solicitud de un representante de SEC en este grupo de trabajo.
- 3.- Se aprueba la Minuta de la sesión anterior.
- 4.- Los asistentes coinciden en la necesidad de proteger las tomas de aire desde el exterior de modo que no sean intervenidas por terceros y no puedan cumplir su función, y en separar los ductos de ventilación de subterráneos de los de evacuación de gases de artefactos.
Hay opiniones contrapuestas en cuanto al efecto del cierre de la toma de aire inferior en el ducto de ventilación, por lo que la Comisión estima que deben encargarse estudios especiales.
- 5.- Esta Comisión recomienda suprimir los shaft de ventilación si se cuenta con central de agua caliente, con lo que se evita adicionalmente la instalación ilegal de artefactos. Respecto de las construcciones que cuentan con instalación de artefactos y shaft de ventilación, esta Comisión recomienda una revisión bianual del funcionamiento de los sistemas.
- 6.- El señor Lyon distribuye un esquema con una proposición de funcionamiento de la instalación y ventilación de calefones que se adjunta a esta minuta, que se comenta y sobre el que se acuerda elaborar un dibujo terminado para hacer una presentación formal de normalización de dicho tipo de instalación.
- 7.- El señor Pérez hace una presentación sobre diseño de ductos de ventilación, en que se revisa cálculos de procedimientos utilizados en USA, que pueden ser adaptados a nuestro país. Ratifica el plazo establecido en la primera reunión, en orden de entregar en un mes una proposición de procedimiento para un buen dimensionamiento de los ductos de evacuación de gases de combustión, en base a los antecedentes que expuso, además de una base de cálculo para alimentarla con datos y hacerla aplicable.
- 8.- El señor Varela plantea que son tres las situaciones a resolver: edificios con los suministros suspendidos, edificios por recepcionar en el plazo inmediato, y la normativa provisoria que deberá entrar en funcionamiento mientras se reforma la norma.
Se acuerda priorizar la tarea de proponer una solución a la dificultad inmediata de recepciones por parte de SEC en las condiciones actuales, materia que se verá en la próxima reunión; y se radicará el estudio de buscar soluciones inmediatas a los edificios que están en proceso de recepción en las próximas reuniones, para ser propuestas a SEC.
Se acuerda que el DICTUC, como estaba previsto, entregará un análisis de la estadística de las mediciones efectuadas en las últimas semanas. Asimismo, el señor Pérez y el señor García expondrán sobre la dirección en que debe orientarse el trabajo para las recepciones de SEC.
- 9.- Se acuerda reunirse el martes 29 a las 8:30 hrs. sin citación previa.
Se levanta la sesión a las 10:30 hrs.

PROBLEMAS DE EVACUACION DE GAS DEBIDO AL DISEÑO

MINUTA DE ACUERDOS

Reunión del martes 29 de julio de 1997

- 1.- Se inicia la reunión a las 8:30 hrs. Preside don Andrés Varela. Secretaria: Lucía Cabrera.
- 2.- Aprobación del acta anterior: la señora Oscarina Encalada hará llegar por escrito una observación a la Minuta.
- 3.- Sobre la integración de SEC a la labor de la Comisión, se informa de la carta enviada por don Eugenio Velasco sobre la materia, de los recados verbales hechos llegar a SEC y de la solicitud hecha a través de DICTUC, sin resultados hasta ahora.
- 4.- Respecto del resumen sobre la problemática que aborda esta Comisión, se distribuye documentación con proposiciones para estudio sobre el tema, que se adjuntan al archivo.
- 5.- Pautas para las mediciones de monóxido de carbono:
 - a) La señora Encalada expone sobre la detección de problemas en edificios y departamentos, un protocolo para la medición de CO, refiriéndose a la representatividad de las mediciones hechas, a la simultaneidad en el uso de artefactos y a la necesidad de rechequeo de los controles. Estima necesario un informe con mayores antecedentes y verificaciones que podría trabajar con el alumno memorista.
 - b) Respecto de los procedimientos de medición de evacuación de gases el señor Pérez distribuye un documento que grafica el cálculo.
 - c) El señor García expone sobre el Diagnóstico y solución de anomalías de evacuación de gases en edificios, material que se adjunta a esta minuta.
Se comentan las exposiciones, enfatizándose la necesidad de: no modificar los artefactos, los que cumplen con normas internacionales en su diseño; revisar el concepto de simultaneidad; formalizar la necesidad de rechequeos periódicos de evacuación de gases.
- 6.- Programa de trabajo:
 - a) Revisión del concepto de simultaneidad: Srs. Díaz Valdés, Pérez, Illanes Schepeler, Ferrada, que se reunirán el miércoles 30 a las 13:30 hrs. en la Cámara.
 - b) redacción de proposición a SEC: Srs. Varela, Ceppi, García, Ferrada, que se reunirán el jueves 31 a las 8:30 hrs en la Cámara.
 - c) Estadísticas: Srs. Siviragol, Pérez y Sra. Encalada.
 - d) Experimentación y Laboratorios: Srs. García, Díaz Valdés, Ferrada (que coordinaría) e Illanes (que estudiaría el presupuesto).
- 7.- Para el 15 de agosto se espera contar con una Norma Transitoria que propondría el señor Ricardo Pérez.
Se levanta la sesión a las 10:25 hrs.

Luc
lc

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**GRUPO DE TRABAJO:
PROBLEMAS DE EVACUACION DE GAS DEBIDO AL DISEÑO
Miércoles 6 de agosto de 1997.**

Preside don Andrés Varela. Secretaria: Lucía Cabrera.

1.- Informaciones generales - Reunión con Sec.

El señor Varela informa de la reunión realizada con el Superintendente de SEC, el señor Eugenio Velasco y él y se hace entrega de la minuta correspondiente a dicha reunión. Destaca que hay acuerdo sobre la necesidad de una nueva norma, la que actualmente se encuentra en estudio en INN y para la que se han solicitado observaciones. Se acuerda distribuir el texto enviado por el INN respecto de la nueva norma, para la participación de los integrantes de este grupo de trabajo interesados en su definición, procedimiento que incluye observaciones a lo propuesto y luego citación para discusión abierta en el INN.

2.- Presentación del señor Ricardo Pérez de DICTUC.

Se distribuye un documento preparado por el señor Pérez, el que solicita sugerencias y /o críticas respecto de lo expuesto en él.

Sugiere el diseño de shafts de ventilación con aislación, razonablemente para edificios de no más de 5 pisos, evitando obstrucciones. Para más de 5 pisos propone la solución entregada gráficamente por el señor Lyon. Reitera que todo el proceso dependa de las temperaturas de los gases que se evacúan.

Respecto de una sugerencia de este grupo de trabajo en cuanto a la eliminación de los calefones en edificios de más de 5 pisos y su reemplazo por centrales de agua caliente o artefactos de tiro balanceado o tiro forzado, dicha decisión depende actualmente de la modificación a la norma y un nuevo reglamento, en estudio.

SE ACUERDA:

Continuar la discusión del tema al interior de este grupo de trabajo, destacando tres áreas diferentes:

a) Sugerir alternativas para edificios de más de 5 pisos, y revisar la normativa actual considerada deficiente en este caso, para hacer proposiciones. Proponer una modificación a la ordenanza en el sentido de que la recepción de ductos y artefactos la haga el instalador (en especial en viviendas sociales) cuando la instalación del artefacto esté hecha.

b) Hacer mediciones concretas para respaldar las proposiciones que se hagan, respecto de temperatura de los ductos y grados de condensación;

c) Revisar los argumentos para la justificación de eliminar la escotilla de toma de aire de los shaft.

3.- Varios.

La señora Encalada explica que el catastro que debería estar terminado en las próximas dos semanas, está atrasado porque no cuenta aún con el alumno de Ingeniería, y solicita postergación del plazo por este motivo, para la entrega del informe a SEC.

Se entregará copia del informe del grupo de trabajo sobre Materiales en la próxima reunión a realizarse el miércoles 20 de agosto, 8:30 hrs.

/lc

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

PROBLEMAS DE EVACUACION DE GAS DEBIDO AL DISEÑO

Miércoles 20 de agosto de 1997.

MINUTA:

Dirige la reunión el señor Juan Schepeler, a solicitud del señor Varela que no pudo volver a Santiago desde el norte debido a los cortes de caminos por el temporal.

El señor Pérez informa del avance del estudio que realiza el Dictuc.

Se informa que existe acuerdo con Metrogas que también hace mediciones como Dictuc, respecto del procedimiento de SEC para la recepción de edificios. Se ha sugerido medir también la temperatura de salida de los gases, dadas las comprobaciones hechas con un solo calefón en primer piso funcionando.

Se expresa la preocupación por el uso de gas natural y gas de ciudad que tienen una alta concentración de monóxido de carbono. El señor Díaz Valdés informa que se craqueará el gas natural y que el porcentaje de CO mencionado es normal en el gas natural. Se refiere además a servicios que prestan compañías de E.E.U.U. y de Inglaterra a los usuarios de gas como asesoría e información.

Como conclusión, se establece que no se recomienda el uso de shaft en edificios de más de 5 pisos hasta no tener una demostración experimental que demuestre que no es riesgoso.

El señor Schepeler expresa que estando las conclusiones provisorias resueltas en principio, faltaría el informe final de Dictuc y un análisis conjunto de las conclusiones de la Comisión de Materiales.

Se distribuye la proposición del INN sobre nueva normativa para lo cual es necesario hacer llegar las observaciones al INN antes del 25 de agosto, por lo que se solicitará ampliación de dicho plazo, por intermedio del Presidente de la Institución.

/lc

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

GRUPO DE TRABAJO
PROBLEMAS DE EVACUACIÓN DE GAS DEBIDO AL DISEÑO

Reunión del 27 de agosto de 1997.

MINUTA

Se reúne la Comisión en las oficinas de la Cámara a las 8:30 hrs. con la asistencia de 10 personas. Preside don Andrés Varela y actúa como secretaria la señora Lucía Cabrera.

1.- Informaciones generales:

- Se solicitó al INN por escrito y el Presidente de la Cámara conversará personalmente con su Director señor Lee Ward para la ampliación de plazo de la recepción de observaciones al proyecto de normas sobre artefactos de gas propuesto por ese organismo y actualmente en consulta pública.

- Se distribuye el informe (sin anexos) del grupo de trabajo de Materiales de uso en Ductos de Evacuación de Gases.

- El señor Varela informa que se mantienen las conversaciones y reuniones con SEC.

2.- Informe Comisión de Redacción:

El señor Schepeler informa que el lunes pasado se realizó el último avance del informe de DICTUC, existiendo mayor número de mediciones en él que no modifican las conclusiones anteriores. Propone finalizar el estudio provisorio y emitir un informe para ser presentado a SEC, al INN y a la C.Ch.C. y continuar con el estudio de las proposiciones definitivas que deberían recoger las recomendaciones del grupo de trabajo de Materiales.

La señora Encalada hace entrega de tablas de medición de CO en 24 edificios y 1200 deptos., de las que se desprende que existen problemas en más del 90% de los edificios antiguos y 30 % de los nuevos. Plantea que considera riesgoso proponer soluciones transitorias sin un mayor trabajo experimental.

El señor DíazValdés comenta la posibilidad de hacer un cuadro comparativo con las normas extranjeras existentes para adaptar a la realidad chilena algunas soluciones prácticas en que se ha comprobado un mínimo riesgo: australianas, inglesas, argentinas.

El señor Varela propone mencionar algunas alternativas de diseño en el informe para continuar posteriormente con el estudio de la norma definitiva fuera de esta Comisión. Se refiere al shaft exterior para viviendas sociales, a la utilización de shaft de ventilación sólo hasta 5 a 6 pisos, a la necesidad de centrales de agua caliente o artefactos de tiro balanceado para edificios de mayor altura

El señor Ferrada cree necesario mantener esta Comisión porque representa a todos los sectores involucrados en los problemas derivados de instalaciones de gas.

Respecto de la redacción de proposiciones:

SE ACUERDA que los señores Andrés Varela, Carlos Ferrada, Felipe Illanes, Hernán Ceppi, Juan Schepeler y la señora Oscarina Encalada, prepararán el documento definiéndolo en reunión a realizarse el miércoles 3 de septiembre a las 8:30 hrs.

Posteriormente se realizará una reunión de debate de dichas proposiciones.

ANEXO N° 2

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE DUCTOS COLECTIVOS PARA EVACUACION DE GASES DE COMBUSTION DE EDIFICIOS

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE DUCTOS COLECTIVOS PARA EVACUACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN EN EDIFICIOS.

Ricardo Pérez, Oscarina Encalada, Javier Ruiz,
DICTUC S.A.

Colaboraron :

Hernán Ceppi, Subgerente Comercial, GASCO.

Raúl Díaz-Valdés, Gamma Ingenieros Ltda.

Cristián Ferrada, Ingeniero Jefe Calidad y Desarrollo, METROGAS.

Felipe Illanes.

José García, JHG Ingeniería Ltda.

Juan Schepeler, Gerente de Estudios, Moller y Pérez-Cotapos, S.A.

Introducción :

El siguiente procedimiento está sustentado en el trabajo original de Kinkead (1952), quien fue el gestor de la actual normativa americana (ANSI Z 223.1, 1996). Esta normativa no es directamente aplicable a nuestro país, debido fundamentalmente a que la técnica constructiva es diferente y los materiales utilizados no son necesariamente los mismos. Sin embargo, dado que el procedimiento de Kinkead está fundamentado en primeros principios, es posible adaptarlo a nuestra técnica constructiva.

Ecuaciones básicas :

En el artículo de Kinkead (1952), se derivan dos ecuaciones, las que describen el flujo de los gases y la pérdida de calor al medio. No es el objetivo de este trabajo revisar la derivación de estas ecuaciones, sino más bien, aplicarlas de modo tal que reflejen de la mejor forma posible el funcionamiento de los ductos colectivos en Chile.

Las ecuaciones obtenidas por Kinkead son, primero la ecuación de flujo :

$$\beta = \left(\frac{\sqrt{2g \cdot T^*}}{P^*} \right) \left(\frac{c_p \cdot \rho \cdot P \cdot A}{\bar{T} \cdot \sqrt{T_1}} \right) \sqrt{\frac{H}{R}} (\bar{T} - T_1)^{1.5} \quad (1)$$

en que :

β = flujo entálpico medio de los gases en el ducto

g = aceleración de gravedad

T^* = temperatura en condiciones estándar (520 °R)

P^* = presión en condiciones estándar (30 "Hg)

c_p = capacidad térmica específica de los gases

ρ = densidad de los gases

P = presión barométrica

A = sección del ducto

H = longitud vertical del ducto

R = suma de los coeficientes de pérdidas de carga (en términos de altura dinámica)

\bar{T} = temperatura media del ducto

T_I = temperatura ambiente

Esta ecuación, que describe el flujo de los gases en términos de su entalpía, considera que los gases fluyen a su temperatura media.

La ecuación que describe la pérdida de energía por transferencia de calor al medio, está dada por :

$$\frac{B}{\beta} = \frac{\Delta T_0}{\Delta T} = \exp \left\{ \pi \cdot \left(\frac{D \cdot U \cdot \bar{\Delta T} \cdot \bar{H}}{\beta} \right) \right\} \quad (2)$$

en donde :

B = flujo entálpico de los gases calientes a la salida del artefacto

ΔT_0 = temperatura por sobre la del ambiente de los gases a la salida del artefacto

$\bar{\Delta T}$ = temperatura media de los gases por sobre la del ambiente

D = diámetro del ducto

U = coeficiente global de transferencia de calor

\bar{H} = longitud del ducto en la cual la temperatura de los gases es la temperatura media (este valor se puede tomar razonablemente como $H^*/2$)

H^* = corresponde a la altura total del ducto, que puede expresarse como [Capacidad máxima de todo el ducto/Capacidad nominal de un artefacto]· H

Aplicación de las ecuaciones :

Para aplicar estas ecuaciones al diseño de ductos colectivos, se debe definir el procedimiento de diseño y el valor de los parámetros de estas ecuaciones. En primer lugar discutiremos sobre el valor que podrían tomar estos parámetros en Chile.

Parámetros de la ecuación de flujo,

- Se requiere en primer lugar conocer la presión barométrica y temperatura ambiente. La presión se puede considerar aproximadamente constante en 28,2" Hg, con un rango de variación entre 26 y 30 "Hg. Como temperatura ambiente se puede tomar un caso extremo negativo para el flujo, tal como 30°C (86°F), y un caso negativo para la transferencia de calor igual a 10°C (50°F).
- Luego se deben estimar los valores de la densidad y capacidad calórica específica de los gases que salen del artefacto (ver Figura 1), en condiciones estándar. JHG Ingeniería Ltda. calculó estos parámetros para la combustión de gas natural (93% de metano), considerando diversos valores de exceso de aire, resultando ;

Tabla 1 : Valores de densidad y capacidad calórica

Exceso de aire	c_p	ρ	$c_p \cdot \rho$
[%]	[Btu/lb·°F]	[lb/pies ³]	[Btu/pies ³ ·°F]
50	0,2586	0,0716	0,01852
100	0,2548	0,0721	0,01837
200	0,2503	0,0726	0,01817

Por otra parte, Stone & Segeler (1965) sugieren un valor de $c_p = 0,255$ [Btu/lb·°F] y Kinkead (1952) sugiere un valor de $c_p \cdot \rho = 0,0192$ [Btu/pies³·°F]. Estos parámetros, aparentemente dependen más del tipo de gas combustible que del exceso de aire. Como valor nominal consideraremos $c_p \cdot \rho = 0,0187$ [Btu/pies³·°F].

- La altura H corresponde a la altura entre la salida de los gases desde el artefacto, hasta la salida de estos gases al exterior. Para el cálculo de ductos colectivos, la norma americana sugiere considerar H como la altura entre dos entradas sucesivas, que para el caso chileno varía entre 2,4 y 2,65 m. Tomaremos 2,5 m como valor nominal.
- La sección del ducto es el parámetro de diseño.
- A su vez, la temperatura media de los gases en el ducto es un resultado de la solución de las ecuaciones, la que sin embargo debe ser suficientemente alta para evitar condensaciones. Para esto se requiere una temperatura de los gases en la salida del ducto superior a 60°C (norma española). Kinkead sugiere una temperatura mínima de 80°C. En general, dependiendo del tipo de combustible, la temperatura de rocío del agua en los gases de combustión se encuentra entre 30 y 50 °C.
- La entalpía de los gases quemados, que representa la fuerza impulsora para el venteo de estos gases hacia el exterior, depende de la eficiencia del artefacto. Entendiendo por eficiencia la energía entregada por el artefacto al agua y al medio, dividido por la energía generada en el artefacto. Hasta el momento no disponemos de valores confiables de esta eficiencia para los equipos que se comercializan en Chile, pero se estima que ésta oscila entre un 75 y un 90%. Para artefactos a gas natural, Stone y Segeler (1965) sugieren la siguiente correlación empírica :

$$\varepsilon = 1 - 0,00072 \cdot \left(0,15 + \frac{11}{\%CO_2} \right) \cdot c_p \cdot \Delta T_1 \quad (3)$$

en que :

$\%CO_2$ = es el porcentaje de dióxido de carbono en los gases quemados
 c_p = capacidad calórica específica de los gases quemados en unidades inglesas (Stone & Segeler sugieren 0,255 [Btu/lb·°F])

ΔT_1 = temperatura de los gases quemados en grados Fahrenheit, por sobre la del ambiente. Stone & Segeler sugieren un valor de 430°F (221°C). Por otra parte, Kinkead estima un valor máximo de 470°F (243°C).

Utilizando esta correlación y considerando valores de CO_2 entre un 6 y un 12%, valores de c_p entre 0,25 y 0,26 [Btu/lb·°F], y diferencias de temperatura entre 430 y 470 °F, resulta que ε varía entre un 83 y un 92%.

- Finalmente, el parámetro más crítico, la resistencia R, se debe estimar a partir de tablas obtenidas de la literatura. La siguiente tabla, que contiene valores de R específicos sugeridos en Stone & Segeler (1965) y Streeter & Wylie (1985), cubre la mayoría de los casos :

Tabla 2 : Resistencias al flujo de gases

ITEM o fitting	Resistencia
	[en alturas dinámicas]
General	
Cabezal	1,00
Sombrerete	0,50
Codo 90°	0,75
Codo 45°	0,30
Expansión	$[(A_2 - A_1)/A_1]^2$
Contracción	0,36
Fricción en cañerías	
Metal o asbesto-cemento	0,5·L/D, D<24" 0,4·L/D, D>24"
Yeso, ladrillos	0,8·L/D

Parámetros de la ecuación de transferencia de calor.

- El coeficiente global de transferencia de calor, que depende significativamente de los materiales de construcción del shaft. Stone & Segeler (1965) sugieren valores entre 1,3 [Btu/hr·pies²·°F], para ductos exteriores sin aislación, y 0,3 [Btu/hr·pies²·°F], para ductos muy bien aislados. Para el caso de Chile, un valor de 0,9 [Btu/hr·pies²·°F] parece razonable para ductos sin aislación, pues en general son interiores.
- La temperatura de los gases que salen del artefacto hacia el ducto colectivo, lo cual depende de la temperatura de los gases de combustión y de la razón de dilución de estos con el aire ambiente (ver Figura 1). No se dispone de valores confiables en Chile de estos parámetros. Mediciones realizadas por Metrogas dan cuenta de temperaturas en el cortatiro de los artefactos que oscilan entre 151°C y 270°C, por sobre la temperatura ambiente, lo cual depende del edificio y departamento medido. No está claro si esta temperatura corresponde a la de los gases quemados, o si está influenciada por el aire que ingresa en el cortatiro. Sin embargo, las temperaturas máximas medidas son mayores a las sugeridas por Kinkead. Por otra parte, Stone & Segeler proponen una razón de dilución entre 1,5 y 1,4 y temperaturas de gases quemados alrededor de 430°F (221°C) por sobre la temperatura ambiente. A su vez, Kinkead estima la razón de dilución en 1,2 y la temperatura de gases quemados en 243°C como máximo, por sobre la temperatura ambiente.

A continuación se presenta un esquema de un artefacto donde se identifican variables y parámetros importantes :

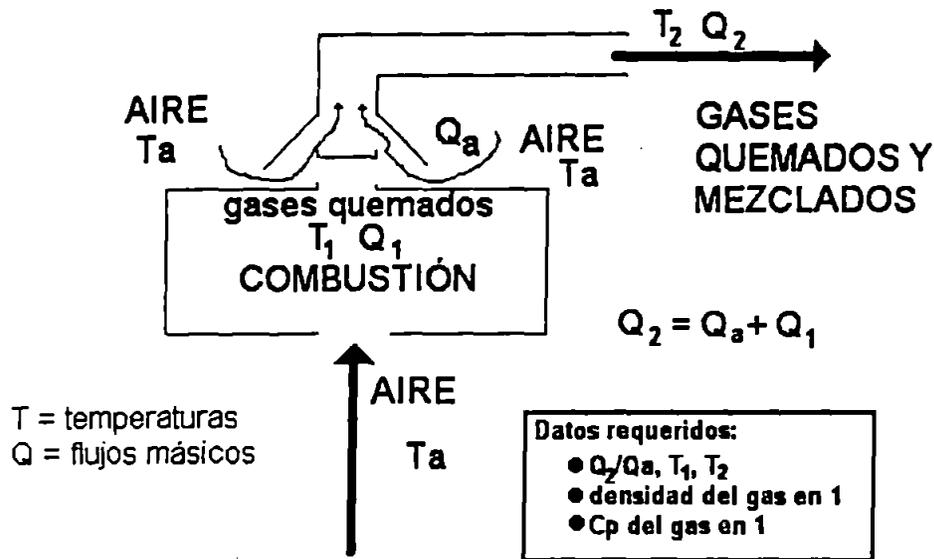


Figura 1: Esquema de un artefacto

Procedimiento de diseño :

El procedimiento de diseño sugerido por Kinkead (1952) y utilizado en este trabajo, consiste en definir el rango de operación del ducto colectivo. Este rango de operación tiene dos límites : el superior, que comprende la capacidad máxima de evacuación del ducto, la cual no puede ser sobrepasada cuando todos los artefactos estén operando ; y el inferior, que debe ser menor a la capacidad de un sólo artefacto. En este caso, el diseño debe contemplar una operación adecuada del ducto colectivo aún cuando un sólo artefacto esté en operación (condición más crítica).

Cálculo de la capacidad máxima

Aquí se especifica una sección del ducto colectivo que permita evacuar los gases cuando todos los artefactos estén operando. Básicamente, el principio de diseño en este caso consiste en proveer de valores razonables a los parámetros y variables mencionados arriba, y luego se resuelven las ecuaciones para β y $\frac{\Delta T_0}{\Delta T}$. Dado que las ecuaciones son

no lineales y un poco inestables numéricamente, se desarrolló el siguiente procedimiento de cálculo. Se reemplaza el valor de β de la ecuación de movimiento (1) en la ecuación de transferencia de calor (2), y luego se ordena la ecuación resultante en términos de la diferencia media de temperatura. Se obtiene la siguiente ecuación :

$$\ln \frac{\Delta T_o}{\Delta T} = K \cdot U \cdot \left(\frac{P^*}{P} \right) \cdot \left(\frac{T_a + \overline{\Delta T}}{D_2} \right) \cdot \sqrt{\left(\frac{T_a \cdot R \cdot H}{\Delta T} \right)} \quad (4)$$

en donde K es una constante que depende del sistema de unidades utilizado. Esta ecuación se puede resolver con procedimientos iterativos apropiados. Para simplificar su uso, esta ecuación fue programada en una planilla EXCEL y resuelta con la herramienta SOLVER. Finalmente, se puede construir un gráfico de potencia vs sección del ducto colectivo, desde donde se puede interpolar la sección necesaria para evacuar la potencia máxima que entra al shaft en una instalación dada. Para construir este gráfico se utilizaron los siguientes parámetros nominales, considerando unidades inglesas :

- Aceleración de gravedad = $4,173 \cdot 10^8$ [pies/hr²].
- Temperatura en condiciones estándar = 537 °R (25°C).
- Presión en condiciones estándar = 30" Hg (760 mm Hg).
- Presión barométrica = 28,2" Hg (716 mm Hg).
- Temperatura ambiente. Aquí consideramos un valor medio de 20°C (528°R).
- Temperatura de gases calientes por sobre la ambiente. A falta de mejor información por el momento, estimamos esta temperatura como el valor medio medido por Metrogas en edificios, esto es 210°C (870°R).
- Razón de dilución. Mientras no dispongamos de valores confiables, podemos utilizar un valor nominal de 1,35, que corresponde a la media entre los valores sugeridos por Kinkead y Stone & Segeler.
- Diámetro secundario : 5"
- Coeficiente global de transferencia de calor. Por el momento se puede usar un valor nominal razonable de 0,9 [Btu/pies²·°F·hr], dado que el caso más negativo de 1,3 corresponde a un ducto exterior sometido a convección forzada por el viento.
- Eficiencia. Este es uno de los valores que presenta mayor dispersión. Se estima que para el caso chileno, un 83% parece razonable.
- Capacidad calórica por unidad de volumen. Se puede utilizar un valor medio de 0,0187 [Btu/°F·pies³]
- Resistencias al flujo, fijas con la altura y sección: (aceleración = 1) + (cabezal = 1) + (2 codos de 45° = 0,6) + (contracción = 0,36) + (entrada de gases al ducto colectivo = 1.4) = 4.36.
- Resistencia al flujo, variables con la altura y sección : (expansión = $((D_2/(D_2 - D_3))^2 - 1)^2$) + (fricción en el ducto = $0,5 \cdot H/D_2$).
- Altura del ducto : Aquí consideramos un ducto de 2,5 m (8,2 pies), que resulta ser una altura de piso media en Chile.

Con estos datos se puede generar la siguiente planilla EXCEL :

Tabla 3 : Datos para el diseño de capacidad máxima

Ejemplo de Cálculo de la Capacidad Máxima			
Nombre Variables	Símbolo	Valor	Unidades
Potencia nominal	C	20	[MCal/hr]
Aceleración de gravedad	g	417312000	[ft/hr ²]
Temperatura estándar	T*	537	[°R]
Presión estándar	P*	30	[in Hg]
Capacidad calórica	Cp	0,255	[btu/lb°F]
Densidad	ρ	0,0733	[lb/ft ³]
Presión barométrica	P	28,2	[in Hg]
Altura del ducto	H	8,2	[ft]
Temperatura ambiente	Ta	528	[°R]
Diámetro secundario	D3	5	[in]
Resistencia fijas	Ro	4,36	
Coficiente global	U	0,9	[btu/hrft ² °F]
Dif. tem. gases calientes	ΔT1	410	[°F]
Razón de dilución	α	1,35	
Eficiencia	ε	0,83	
Cálculos previos			
ΔT1/α	ΔT2	304	[°F]
(2g) ^{0.5} /144	aux1	200,624026	
aux1·T*(P/P*)	aux2	101270,996	
Cp·ρ	aux3	0,0186915	[Btu/hr·°F]
aux2·aux3	aux4	1892,90682	
6·aux4 = 1/K	aux5	11357,4409	

Al incorporar estos datos en la ecuación anterior y resolviendo para diversos tamaños de ductos, se genera la siguiente tabla :

Tabla 4 : Resultados del diseño de capacidad máxima

Sección primario	D2	R	C_Max	Nº	<ΔT>	B/β	β	Tmin
[cm ²]	[in]		[MCal/hr]	equipos	[°F]		[Btu/hr]	[°C]
0	0	4.54	0	0.0	0	0.0000	0	0
324	8	43.07	16	0.8	256	1.1886	9430	135
507	10	14.18	45	2.2	245	1.2411	24405	123
730	12	8.70	81	4.1	235	1.2959	42611	112
856	13	7.56	102	5.1	230	1.3242	52279	106
993	14	6.83	124	6.2	225	1.3531	62170	101
1297	16	5.98	171	8.6	215	1.4128	82400	90
1642	18	5.52	223	11.2	206	1.4752	103008	80
2027	20	5.24	280	14.0	197	1.5403	123785	70

Análisis de sensibilidad del diseño de capacidad máxima

Se pueden generar varias de estas tablas, para diversos valores de las variables y parámetros involucrados. A continuación discutiremos la influencia de estos parámetros y variables, de tal forma de validar el procedimiento y sugerir cuales parámetros deberían medirse con más precisión para mejorar la calidad del diseño.

- Presión barométrica : Al variar la presión entre 26 y 30 "Hg, la capacidad puede variar hasta en un 15% en aquellos ductos que descargan mayor potencia.
- Temperatura ambiente : Para un rango de temperaturas entre 10 y 30°C, las capacidades varían como máximo en un 8%.
- Temperatura de gases calientes : Aquí consideramos el rango medido por Metrogas en edificios, es decir entre 151°C y 270°C por sobre la temperatura ambiente, lo que resulta en variaciones de hasta un 94% en las capacidades.
- Razones de dilución : Este es uno de los parámetros más inciertos, su rango de variación es relativamente estrecho, entre 1,2 y 1,5, lo que genera variaciones en la capacidad de hasta un 29%.
- Coeficiente de transferencia de calor : Este parámetro se encuentra entre 0.3 y 1.3 [Btu/ft²·°F], las capacidades varían en un orden de un 10 %.
- Eficiencia : Este es el parámetro que más varía, pues depende del estado del artefacto, su ubicación en el edificio, el grado de ventilación del recinto y de la calidad del combustible. Se estima que en Chile estos valores están entre 75% y 92%, lo que hace variar la capacidad máxima hasta en un 170%.
- Capacidad calórica : Este parámetro varía poco, entre 0.018 y 0.0195 [Btu/ft³·°F], y su influencia en la capacidad máxima es poco significativa, la cual varía a lo más en un 8%.
- Altura : Este es un parámetro de construcción relativamente estándar en Chile, que varía entre 2,4 y 2,65 m, lo que genera variaciones en la capacidad de sólo un 4%.

En resumen, no se puede establecer un procedimiento de diseño de capacidad máxima, que sea relativamente confiable, sin antes conocer con precisión, la temperatura con que salen de la cámara de combustión los gases y la razón de dilución de estos con aire en el cortatiro, o en su defecto, la temperatura con que los gases mezclados (gases de combustión calientes más aire frío) salen completamente del artefacto. Igualmente necesario, resulta conocer la eficiencia del artefacto, tanto cuando está en perfecto estado, como en el momento justo antes de su mantención.

Un punto importante de señalar es el efecto negativo para la evacuación que impone el ducto secundario dentro del ducto colectivo. En efecto, este ducto secundario genera caídas de presión adicionales por las resistencia al flujo de los gases que vienen de los pisos inferiores. Esta caída de presión, se traduce en un aumento substancial de la sección del ducto colectivo, que puede llegar hasta un 100% en comparación con ductos colectivos libres de secundario. Esto es más apreciable para ductos colectivos de pequeña sección (menos de 600 cm²).

Cálculo de la capacidad mínima

En este punto se verifica si al utilizar un sólo artefacto, los gases de combustión mantienen una alta temperatura como para evitar condensaciones y dificultades en el venteo. Por otra parte, se debe considerar que el ducto debe operar en la situación más difícil, como es cuando sólo el artefacto del primer piso está encendido. Además definimos una temperatura mínima a la salida del ducto de 60°C (de acuerdo a la norma española), y una temperatura externa nominal de 10°C.

Le ecuación de diseño mínimo la obtenemos al reordenar la ecuación 2, que describe la transferencia de calor, resultando :

$$\beta = \frac{\pi \cdot U \cdot D \cdot H \cdot \overline{\Delta T_{min}}}{24 \cdot \ln\left(\frac{\Delta T_2}{\overline{\Delta T_{min}}}\right)} \quad (5)$$

En esta ecuación, la altura H corresponde a la altura total del ducto, la cual depende de su sección, considerando que fue dimensionado para satisfacer la capacidad máxima. Esto quiere decir, que son 2,5 m por cada 20 Mcal/hr, considerando un artefacto por piso. Utilizando además los parámetros definidos anteriormente, se obtiene la siguiente tabla de datos :

Tabla 5 : Datos para el diseño de capacidad mínima

Nombre Variables	Símbolo	Valor	Unidades
Potencia nominal	C	20	[MCal/hr]
Temperatura ambiente	Ta	528	[°R]
Diámetro secundario	D3	5	[in]
Coefficiente global	U	0.9	[btu/hrft^2°F]
Dif. Tem. gases calientes	ΔT1	410	[°F]
Razón de dilución	α	1,35	
Eficiencia	ε	0,83	
Temperatura mínima	Tmin	140	[°F]
Cálculos previos			
ΔT1/α	ΔT2	304	[°F]
Dif. de temp. Mínima	ΔTmin	90	[°F]
Dif. de temp. Promedio	<ΔT>	197	[°F]
	B/β	1,543	

Al utilizar estos datos en la ecuación 5, se puede determinar la capacidad mínima requerida para asegurar que la temperatura de los gases en el ducto no baje de 60°C. Los resultados al utilizar los parámetros nominales se resumen en la siguiente tabla ;

Tabla 6 : Diseño de capacidad mínima

Sección primario [cm ²]	D2 [in]	C_Min [MCal/hr]	C_Max [Mcal/hr]	Nº equipos	H [ft]	β [Btu/hr]
0	0	0	0	0.0	0	0.0000
324	8	6	16	0.8	6.8	2491
507	10	20	45	2.2	18.3	8417
730	12	44	81	4.1	33.3	18413
856	13	59	102	5.1	41.8	25013
993	14	78	124	6.2	50.7	32720
1297	16	123	171	8.6	70.2	51747
1642	18	181	223	11.2	91.6	75988
2027	20	252	280	14.0	115.0	105952

Los resultados indican que los ductos colectivos sin aislación no pueden operar bien cuando sólo un artefacto está encendido, al menos considerando parámetros nominales en la ecuación de diseño.

Análisis de sensibilidad del diseño de capacidad mínima

Estos resultados se repitieron para todo el rango de variación de los parámetros de la ecuación de diseño, del mismo modo que en el caso del diseño de capacidad máxima. De este análisis se desprende que la ecuación de diseño mínimo es mucho menos sensible que la de capacidad máxima, y que sólo el coeficiente de transferencia de calor y la eficiencia del artefacto influyen en el diseño. Además se pudo observar que la única forma de evitar condensaciones es aislando bien el ducto colectivo, e incluso en este caso, no se puede diseñar un ducto para más de 5 pisos, considerando temperaturas y eficiencias nominales. Además, al sacar el ducto secundario del colectivo, se puede mejorar el desempeño de capacidad mínima hasta en un 20%.

Referencias :

1. ANSI Z 223.1, NFPA 54, National Fuel Gas Code, International Approval Services-U.S. Inc. and the National Fire Protection Association, USA, 6th edition, 1996.
2. Kinkead, A., Operating Characteristics of a Gas Vent, P.C.G.A., Proc. 43: 89-93, AGA Collection - 665.793, 1952.
3. Stone, R.L., and C.G. Segeler, Venting and Air Supply, Section 12, Chapter 3, in Gas Engineers Handbook, 1st edition, 10th printing, Industrial Press Inc., 12/43-12/66, 1965.
4. Streeter, V.L., and E.B. Wylie, Fluid Mechanics, 8th edition, McGraw-Hill, New York, 224-231, 1986.

ANEXO N° 3

DUCTOS COLECTIVOS. ANALISIS ESTADISTICO ELABORADO POR DICTUC ACERCA DE LA EXPERIENCIA RECIENTE EN MEDICIONES

DUCTOS COLECTIVOS

Oscarina Encalada G. Ricardo Pérez C. Juan Fernández S.

OBJETIVO

Los objetivos de este informe son entregar los resultados obtenidos en cuanto a : cumplimiento del D.E. N° 222 en general (Tabla N° VII) y segundo, cumplimiento de la sección mínima del D.E N° 222, Tabla N°58.1 (Tabla N° VIII) a solicitud de la Cámara Chilena de la Construcción.

ANTECEDENTES GENERALES

Este estudio de terreno, lo efectuó el Sr. Fernández alumno egresado (1997) de Construcción Civil de la P. Universidad Católica en 12 edificios cuyo estudio de las emisiones de monóxido de carbono fue efectuado previamente por DICTUC entre Abril y Agosto de este año.

RESULTADOS

El universo muestreado comprende 10 edificios habitados y 2 deshabitados y se muestra en las tablas VII, VIII IX y X.

Las áreas reales fueron obtenidas midiendo generalmente el área del ducto en los sectores cenicero y sombrerete.

El cálculo de las secciones rectangulares mínimas, se basó en la suma de la potencia útil de los artefactos clase B por ducto colectivo (menos el último piso si sus artefactos descargan a los cuatro vientos) y con este antecedente se ingresó a la tabla N° 58.1 del D.E., N°222, el valor así obtenido se multiplicó por 10% para transformar el ducto circular en rectangular y a este valor se le denominó sección D.E. N° 222.

Las áreas recomendadas por DICTUC están basadas en el informe DICTUC N° 044288, Tabla N° 4.1, pag 6, con todas las restricciones que ahí se señalan. En los dos últimos casos se hizo distinción entre un y dos ductos secundarios.

La tabla N° X entrega información sobre áreas reales, especificadas y recomendadas y sus respectivas variaciones porcentuales respecto al área real. Se escogió solamente el caso más desfavorable entre potencia y área.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tabla VII es un resumen de la tabla IX que considera cualquier aspecto del DE N° 222 que este relacionada con ductos de evacuación de gases. Los gráficos generados a partir de estas tablas indican que de los edificios estudiados, el 50% no cumple con alguna especificación de DE N°222, estos valores están concentrados en los edificios habitados de 6 a 10 piso.

También se puede decir que el gráfico de la Obs. 1 adjunto, entrega el ítem de % de mayor no cumplimiento (25%) por concepto de la relación ancho y largo. Le sigue la Obs. 2 (17%) de no cumplimiento con la sección mínima del referido decreto.

La tabla VIII, indica del universo estudiado, el 42 % no cumple con las áreas recomendadas por DICTUC, pero este alto % no es capaz de explicar por sí solo la causa del 92 % de los edificios rechazados, mostrados en esta tabla. Las mejores correlaciones que en sí pueden explicar estos resultados, (los altos niveles de CO detectados) se encuentran entre aquellos pisos que descargan 2 artefactos en el mismo ducto colectivo y aquellos edificios que usan Gas de Cañería. El único caso donde la primera medición no tuvo problemas corresponde a un edificio de 7 pisos, 1 año de antigüedad que usa Gas Licuado. No es tan evidente una correlación con la marca de artefactos utilizados en este informe, pero es un parámetro que a nuestro entender requiere de una atención especial, por varios motivos, las eficiencias de combustión, distancias máximas de entrega de agua caliente, etc.

A modo de ilustración se hizo la tabla X, que indica qué diferencias hay entre las áreas calculadas según art.58.1 del DE N°222, aquellas recomendadas por DICTUC y las que realmente tienen los edificios estudiados. Llama la atención el sobre dimensionamiento que existe en los edificios 1, 5 y 10 y que en promedio un sobre dimensionamiento es de un 20 % superior a las áreas especificadas por el DE N° 222, entre 6 a 10 pisos. Este % cae substancialmente en los edificios sobre 10 pisos a un 8 %. Estos valores deben ser bastante mayores en estricto rigor, si se considera que se analizó solo el caso más desfavorable. Es importante tener en cuenta que todos los edificios sobre esta altura, el 100% cumple con el DE N° 222.

A pesar del sobre dimensionamiento encontrado (tabla X) cabe preguntarse ¿por qué las mediciones de CO entregaron tan altos los niveles? pensamos que esto puede deberse a varias razones:

1°. A pesar de cumplir con las recomendaciones del DICTUC en cuanto a áreas, éstas se encuentran muy obstruidas, por materiales de construcción o secundarios caídos. Durante estas mediciones se detectan evidentes devoluciones de gases.

2º. De ninguna manera la instalación de 2 artefactos a un mismo shaft y piso pueden evacuar bien los gases combustión.

CONCLUSIONES

Este informe de ninguna manera estudió el tema de materiales de construcción o aspectos relacionados con este tema específico.

Como resultado de este estudio se puede decir que el 50% de los edificios medidos no cumple con alguna especificación relacionada con ductos colectivos DE N° 222 en general.

El 17 % de los edificios no cumple con las áreas especificadas en el art. 58.1 del DE N° 222. Llama la atención que para varios edificios se observa que tienen por cada shaft igual potencia instalada, no obstante varían substancialmente las áreas de los ductos colectivos para un mismo edificio.

El 92 % de los edificios rechazados por CO indican una clara correlación entre el tipo de combustible utilizado (gas de cañería) y el N° de artefactos (2), conectados al mismo shaft y piso.

Se debe tener especial cuidado con el sobre dimensionamiento de los ductos, ya que en las inspecciones en terreno se ha observado una considerable corrosión, sobre todo en ductos secundarios y artefactos. Cabe recordar que estamos hablando de edificios de menos de 5 años de antigüedad.

RECOMENDACIONES

Establecer en el reglamento una tabla para el dimensionamiento de ductos que contengan valores máximos y mínimos en relación a la potencia instalada.

Estudiar el efecto sobre estos resultados de las diferentes marcas de artefactos y su relación con el tipo de gas utilizado.

Aislar térmicamente los ductos colectivos y utilizar materiales anticorrosivos.

El sombrerete de ductos colectivos debe ser desmontable para permitir su fácil inspección.

Revisar todos los edificios ya construidos mayores de 5 pisos en cuanto CO.

TABLA VII. Cumplimiento D.E. N° 222

Identificación del Edificio (N°)	Condición	N° de pisos	N° Dptos.	N° de shaft	Máx N° de artef. por piso a 1 shaft	Situación	Razón	Resultado según Concentración de CO
10	Deshabitado	7	43	8	1	Cumple con Reglamento		Malo
2	Deshabitado	18	157	13	1	Cumple con Reglamento		Malo
7	Habitado	6	10	10	2	No cumple Reglamento	Obs. 1	Malo
8	Habitado	7	30	4	2	No cumple Reglamento	Obs. 1	Malo
1	Habitado	7	32	6	1	Cumple con Reglamento		Bueno
9	Habitado	6	30	6	1	No cumple Reglamento	Obs. 1, 2 y 3	Malo
11	Habitado	7	24	4	2	No cumple Reglamento	Obs. 2 y 3	Malo
12	Habitado	7	16	3	2	No cumple Reglamento	Obs. 4 y 5	Malo
5	Habitado	9	16	2	2	Cumple con Reglamento		Malo
6	Habitado	10	18	2	2	No cumple Reglamento	Obs. 4	Malo
3	Habitado	17	63	3	2	Cumple con Reglamento		Malo
4	Habitado	17	63	3	2	Cumple con Reglamento		Malo

Fuente : Elaboración propia en base a la tabla N° IX

- Observación 1 : Art. 54. Relación entre largo y ancho de la sección del shaft no cumple con $\text{largo} \leq 1.5 \text{ ancho}$.
- Observación 2 : Art. 58 El shaft no cumple con Reglamento, en cuanto a sección mínima (sec. real < sec. mín. rectang.)
- Observación 3 : Art. 54 (c) El sombrerete de shaft no corresponde según Reglamento, debería utilizar aspir. estacionario (más de 5 pisos)
- Observación 4 : Art. 51 Conductos dobles descargan gases a ducto colectivo (deben ventilar a los 4 vientos).
- Observación 5 : Art. 55 No existen perforaciones inferiores para tiro natural (Mín. 20 cm * 10 cm con celosía)



**GRÁFICOS RELEVANTES DE LA SITUACIÓN DE LOS DUCTOS
DE VENTILACIÓN DE EDIFICIOS**



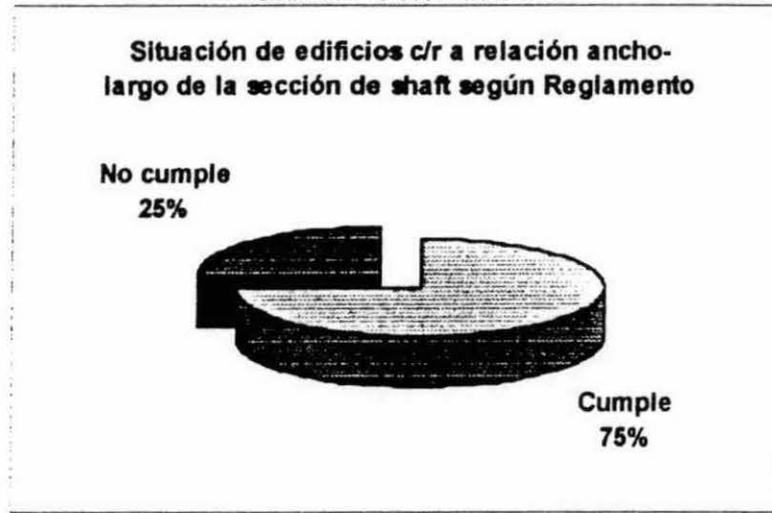
Fuente : Elaboración propia en base a datos de Tabla General.

Del total de edificios inspeccionados, el 50% de estos no cumple con alguno de los artículos establecidos en el Reglamento de Instalaciones de Gas.

Las incongruencias, con respecto al Reglamento, se señalan en las Observaciones 1 a 5 , y se esquematizan en los gráficos respectivos.

GRÁFICOS RELEVANTES DE LA SITUACIÓN DE LOS DUCTOS DE VENTILACIÓN DE EDIFICIOS

Gráfico: Observación 1



Fuente : Elaboración propia en base a datos de Tabla General.

Observación 1 : En el Art. 54 (f) del Reglamento se establece que en los ductos colectivos de sección rectangular, la relación entre el lado mayor y el menor no debe ser superior a 1,5.

Gráfico: Observación 2

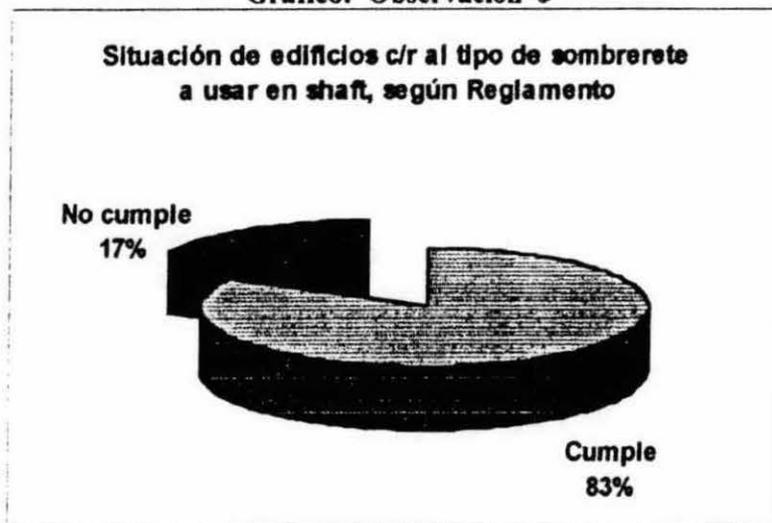


Fuente : Elaboración propia en base a datos de Tabla General.

Observación 2 : En los Arts. 54 (f) y 58 del Regl., se establecen los procedimientos y la Tabla, para obtener la sección interior (en cm^2) de un conducto colectivo, según potencia instalada.

GRÁFICOS RELEVANTES DE LA SITUACIÓN DE LOS DUCTOS DE VENTILACIÓN DE EDIFICIOS

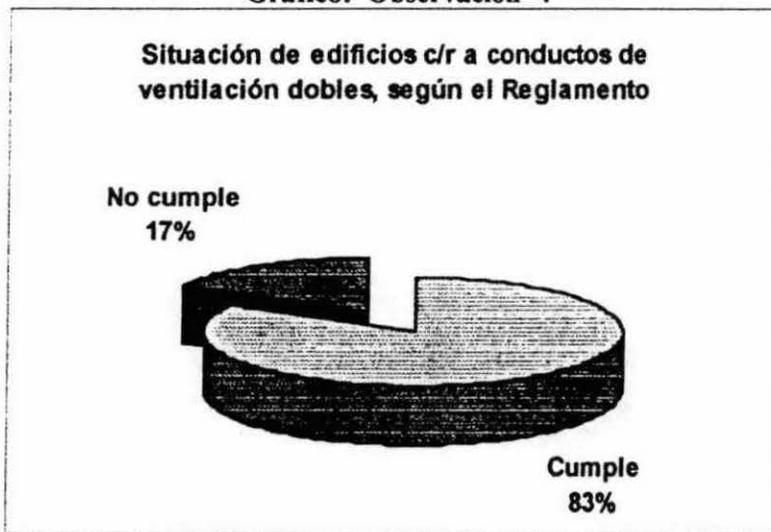
Gráfico: Observación 3



Fuente : Elaboración propia en base a datos de Tabla General.

Observación 3 : En el Art. 54 © se señala que en los ductos colectivos ubicados en edificios de 5 pisos o más, **sólo** se usará el sombrerete tipo aspirador estacionario.

Gráfico: Observación 4



Fuente : Elaboración propia en base a datos de Tabla General.

Observación 4 : En el Art. 51, el Reglamento clasifica los conductos de artefactos, en simples, dobles o triples, según el número de estos que se unan a un ducto común . Los conductos dobles deben ventilar a los 4 vientos (no a shaft).

GRÁFICOS RELEVANTES DE LA SITUACIÓN DE LOS DUCTOS DE VENTILACIÓN DE EDIFICIOS

Gráfico: Observación 5



Fuente : Elaboración propia en base a datos de Tabla General.

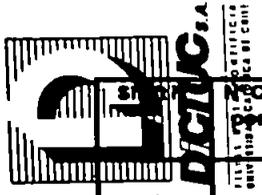
Observación 5 : El Art. 55 establece, que los conductos colectivos deberán tener en su parte inferior, una perforación para tiro natural de 20 * 10 cm. como mínimo, recubierta de celosía.

TABLA IX. DATOS DE DUCTOS DE EVACUACIÓN DE GASES

Edificio N° 1

- 9 -

VICUNA 4660
 CASILLA 30 CORREO 22
 FONOS: 686-4233 - 686 4262
 FAX: 756-27086 5803
 SANTIAGO - CHILE
 email: ocamas@ing.puc.cl



Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 58.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación
					Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)		
1	5	22.6	19.44	97.18			30	25	750	422	Cumple Reglamento
2	5	22.6	19.44	97.18			32	28	896		Cumple Reglamento
3	5	22.6	19.44	97.18			30	21	630		Cumple Reglamento
4	5	22.6	19.44	97.18	368	427	30	20	600		Cumple Reglamento
5	5	22.6	19.44	97.18			31	21	651		Cumple Reglamento
6	5	22.6	19.44	97.18			30	20	600		Cumple Reglamento

* Sección mínima circular, según Tabla 58.1 Reglamento
 ** Sección mínima rectangular, corresp. a Secc.Circ. aumentada en 10% (Art. 54 Regl.)
 *** Sección mínima según DICTUC
 Nota : las observaciones precedentes son válidas para las tablas de los Edificios N° 1 al N°12

Edificio N° 2

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 58.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación
					Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)		
1	11	23	20	217.6			22.5	32.5	731	790	Cumple Reglamento
2	13	20	17	223.6			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
3	13	20	17	223.6			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
4	13	20	17	223.6			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
5	12	20	17	206.4			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
6	14	23	20	276.9	616	678	22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
7	12	20	17	206.4			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
8	11	20	17	189.2			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
9	9	20	17	154.8			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
10	10	20	17	172			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
11	11	20	17	189.2			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
12	9	20	17	154.8			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento
13	10	20	17	172			22.5	32.5	731		Cumple Reglamento

DEPARTAMENTO INGENIERIA QUIMICA
 Laboratorio de Operaciones Unitarias

TABLA IX. DATOS DE DUCTOS DE EVACUACIÓN DE GASES

Edificio N° 3

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 68.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación
					Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)		
1	16	23	19.78	316.48			45	25	1125	867	Cumple Reglamento
2	16	23	19.78	316.48	643	707	45	21	945		Cumple Reglamento
3	16	23	19.78	316.48			45	25	1125		Cumple Reglamento

Edificio N° 4

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 68.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación
					Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)		
1	16	23	19.78	316.48			45	23	1035	867	Cumple Reglamento
2	16	23	19.78	316.48	643	707	45	20	900		Cumple Reglamento
3	16	23	19.78	316.48			45	25	1125		Cumple Reglamento

TABLA IX. DATOS DE DUCTOS DE EVACUACIÓN DE GASES

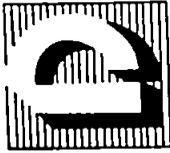
Edificio N°5

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	N° Calda. por shaft	Pot. 1 Cald. (kw-h)	Pot. 1 Cald. (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 58.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación
								Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)		
1	7	21	18,06	7	25	21,50	278,92	742	816	43	27,5	1183	860	Cumple Reglamento
2	7	18	16,34	7	25	21,50	264,88			43	28			Cumple Reglamento

Edificio N° 6

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	N° Calda. por shaft	Pot. 1 Cald. (kw-h)	Pot. 1 Cald. (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 58.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación	Razón
								Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)			
1	10	23	19,78	8	4,71	4,05	230,2			58	16			No cumple Reglam.	Obs. 4
2	10	23	19,78	8	4,71	4,05	230,2	708	779	57	16	912	826	No cumple Reglam.	Obs. 4

Observación 4 : Art. 51 Conductos dobles descargan gases a ducto colectivo (deben ventilar a los 4 vientos).



DICTUC S.A.
 INSTITUTO DE INGENIERÍA QUÍMICA
 INSTITUCIÓN CAROLINA DE CHILE

TABLA IX. DATOS DE DUCTOS DE EVACUACIÓN DE GASES

Edificio N° 7

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	N° Estufas. por shaft	Pot. 1 Estufa (kw-h)	Pot. 1 Estufa (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 58.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación	Razón
								Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)			
1	12	23	19.78				237.36	742	816	50	18	928	860	No cumple Reglam.	Obs. 1
2	14	23	19.78			276.92	57			16	912	No cumple Reglam.		Obs. 1	
3	10	23	19.78			197.8	57			15	855	No cumple Reglam.		Obs. 1	
4	12	23	19.78			237.36	57			16	912	No cumple Reglam.		Obs. 1	
5	12	23	19.78			237.36	51			15	870	No cumple Reglam.		Obs. 1	
1 estufa				6.00	3.50	3.01	18.06			25	25	625		Cumple Reglamento	
2 estufa				7.00	3.50	3.01	21.07	25	25	625	Cumple Reglamento				
3 estufa				5.00	3.50	3.01	15.05	25	25	625	Cumple Reglamento				
4 estufa				6.00	3.50	3.01	18.06	25	25	625	Cumple Reglamento				
5 estufa				6.00	3.50	3.01	18.06	25	25	625	Cumple Reglamento				

Observación 1 : Art. 54. Relación entre largo y ancho de la sección del shaft no cumple con largo \leq 1.5 ancho.

Edificio N° 8

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	N° Estufas. por shaft	Pot. 1 Estufa (kw-h)	Pot. 1 Estufa (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 58.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación	Razón
								Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)			
1	10	23	19.78				197.8	655	784	57	18	912	764	No cumple Reglam.	Obs. 1
2	10	23	19.78			197.8	58			16	928	No cumple Reglam.		Obs. 1	
1 estufa				5.00	3.50	3.01	15.05	25	25	625	Cumple Reglamento				
2 estufa				4.00	3.50	3.01	12.04	25	25	625	Cumple Reglamento				

Observación 1 : Art. 54. Relación entre largo y ancho de la sección del shaft no cumple con largo \leq 1.5 ancho.

DEPARTAMENTO INGENIERÍA QUÍMICA
 Laboratorio de Operaciones Unitarias

TABLA IX. DATOS DE DUCTOS DE EVACUACIÓN DE GASES

Edificio N° 9

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	Pot. Tot. Duct (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 68.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación	Razón
					Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)			
1	5	21	18	90.3			32	14	448		No cumple Reglam.	Obs. 1
2	5	21	18	90.3			25	20	500		Cumple Reglamento	
3	5	21	18	90.3			32	14	448		No cumple Reglam.	Obs. 1 y 3
4	5	21	18	90.3			33	14	462		No cumple Reglam.	Obs. 1
5	5	21	18	90.3			28	20	520		Cumple Reglamento	
6	5	21	18	90.3	360	396	35	11	385	391	No cumple Reglam.	Obs. 2

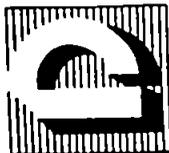
Observación 1 : Art. 54. Relación entre largo y ancho de la sección del shaft no cumple con largo \leq 1.5 ancho.

Observación 2 : Art. 58 El shaft no cumple con Reglamento, en cuanto a sección mínima (sec. real < sec. mín. rectang.)

Observación 3 : Art. 54 El sombrerete del shaft no corresponde según Reglamento, debería utilizar aspirador estacionario (edifs. de más de 5 pisos)

Edificio N° 10

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	Pot. Tot. Duct (Mcal/h)	D.E. N° 222 Tabla N° 68.1		Dimensiones Reales			DICTUC (cm2)	Situación
					Sec. Min. Circ. (cm2) *	Sec. Min. Rectan. (cm2) **	Largo (cm)	Ancho (cm)	Sección (cm2)		
1	5	26.1	22	112.23			30	20	600		Cumple Reglamento
2	5	26.1	22	112.23			30	20	600		Cumple Reglamento
3	5	26.1	22	112.23			30	20	600		Cumple Reglamento
4	5	26.1	22	112.23			30	20	600		Cumple Reglamento
5	5	26.1	22	112.23			30	20	600		Cumple Reglamento
6	5	26.1	22	112.23	430	473	30	20	600	459	Cumple Reglamento
7	5	26.1	22	112.23			30	20	600		Cumple Reglamento
8	5	26.1	22	112.23			30	20	600		Cumple Reglamento



DICTUC S.A.
 DIVISION DE LA PURIFICACION
 UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

TABLA IX. DATOS DE DUCTOS DE EVACUACION DE GASES

VICUÑA MACKENNA 4860
 CASILLA 308 CORREO 22
 FONOS: 686 4233 - 686 4262
 FAX: (56-2) 686 5803
 SANTIAGO - CHILE
 email: osca@na@ing.puc.cl

Edificio N° 11

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	N° Calds. por shaft	Pot. 1 Cald. (kw-h)	Pot. 1 Cald. (Mcal/h)	Pot. Tot. Ducto (Mcal/h)	D.E. N° 222		Tabla N° 58.1			DICTUC (cm ²)	Situación	Razón
								Sec. Mín. Ciro. (cm ²) *	Sec. Mín. Rectan. (cm ²) **	Dimensiones Reales		Sección (cm ²)			
								Largo (cm)	Ancho (cm)						
1	6	22.6	19.4	6	23.3	20.0	236.8			35	24	840		Cumple Reglamento	
2	6	22.6	19.4	6	23.3	20.0	236.8	713	764	33	22.6	743	639	No cumple Reglam.	Obs. 2 y 3
3	6	22.6	19.4	6	23.3	20.0	236.8			33	23	759		No cumple Reglam.	Obs. 2 y 3
4	6	22.6	19.4	6	23.3	20.0	236.8			35	24	840		Cumple Reglamento	

Observación 2: Art. 58 El shaft no cumple con Reglamento, en cuanto a sección mínima (sec. real < sec. mín. rectang.)

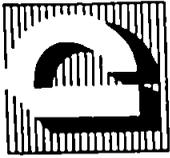
Observación 3: Art. 54 El sombrero del shaft no corresponde según Reglamento, debería utilizar aspirador estacionario (edifs. de más de 5 pisos)

Edificio N° 12

Shaft N°	N° Calefont por shaft	Pot. 1 Calef. (kw-h)	Pot. 1 Calef. (Mcal/h)	N° Estofas. por shaft	N° Calds. (kw-h)	Pot. 1 Cald. (Mcal/h)	Pot. 1 Cald. (Mcal/h)	D.E. N° 222		Tabla N° 58.1			DICTUC (cm ²)	Situación	Razón
								Sec. Mín. Ciro. (cm ²) *	Sec. Mín. Rectan. (cm ²) **	Dimensiones Reales		Sección (cm ²)			
								Largo (cm)	Ancho (cm)						
1	6	23	19.8	6	25.8	22.2	251.8			60	26	1560		No cumple Reglam.	Obs. 4 y 5
2	6	23	19.8	5	25.8	22.2	209.8	693	762	37	24	888	787	No cumple Reglam.	Obs. 4 y 5
3	5	23	19.8	5	25.8	22.2	209.8			55	27	1485		No cumple Reglam.	Obs. 4 y 5

Observación 4: Art. 50 Conductos dobles descargan gases a ducto colectivo (deben ventilar a los 4 vientos).

Observación 5: Art. 55 No existen perforaciones inferiores para tiro natural (Mín. 20 cm * 10 cm con celosía)



DICTUC S.A.
SOCIEDAD DE INGENIERIA
INTEGRADA CÁMARA DE CHILE

Tabla VII. Análisis de dimensiones de ductos de acuerdo a D.E. 222 y DICTUC

VICUÑA MACKENNA 4860
CASILLA 306 CORREO 22
FONOS: 686 4233 - 686 4262
FAX: (56-2) 686 5803
SANTIAGO - CHILE
email: oscarna@ing.puc.cl

Identificación Edificio N°	Situación o/r Reglamento (*)	Sección recomend. por DICTUC	Resultado CO	Combustible	Marcas de los artefactos	N° de Pisos	Máx. N° de artef. por piso a 1 shaft
1	Cumple	Cumple	Bueno	Gas licuado	Calef. Splendid	7	1
2	Cumple	No Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Mademsa	16	1
3	Cumple	No Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Mademsa	17	2
4	Cumple	No Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Mademsa	17	2
5	Cumple	Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Splendid - Cald. Epoca	9	2
6	Cumple	Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Splendid - Termo Winter	10	2
7	Cumple	Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Mademsa	7	2
8	Cumple	Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Mademsa	6	2
9	No Cumple	No Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Sicoso	6	1
10	Cumple	Cumple	Malo	Gas de cañería	Cald. Saunier Duval (**)	7	1
11	No Cumple	No Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Mademsa - Cald. Sime Murelle	7	2
12	Cumple	Cumple	Malo	Gas de cañería	Calef. Mademsa - Cald. Ocean Kaltemp	7	2

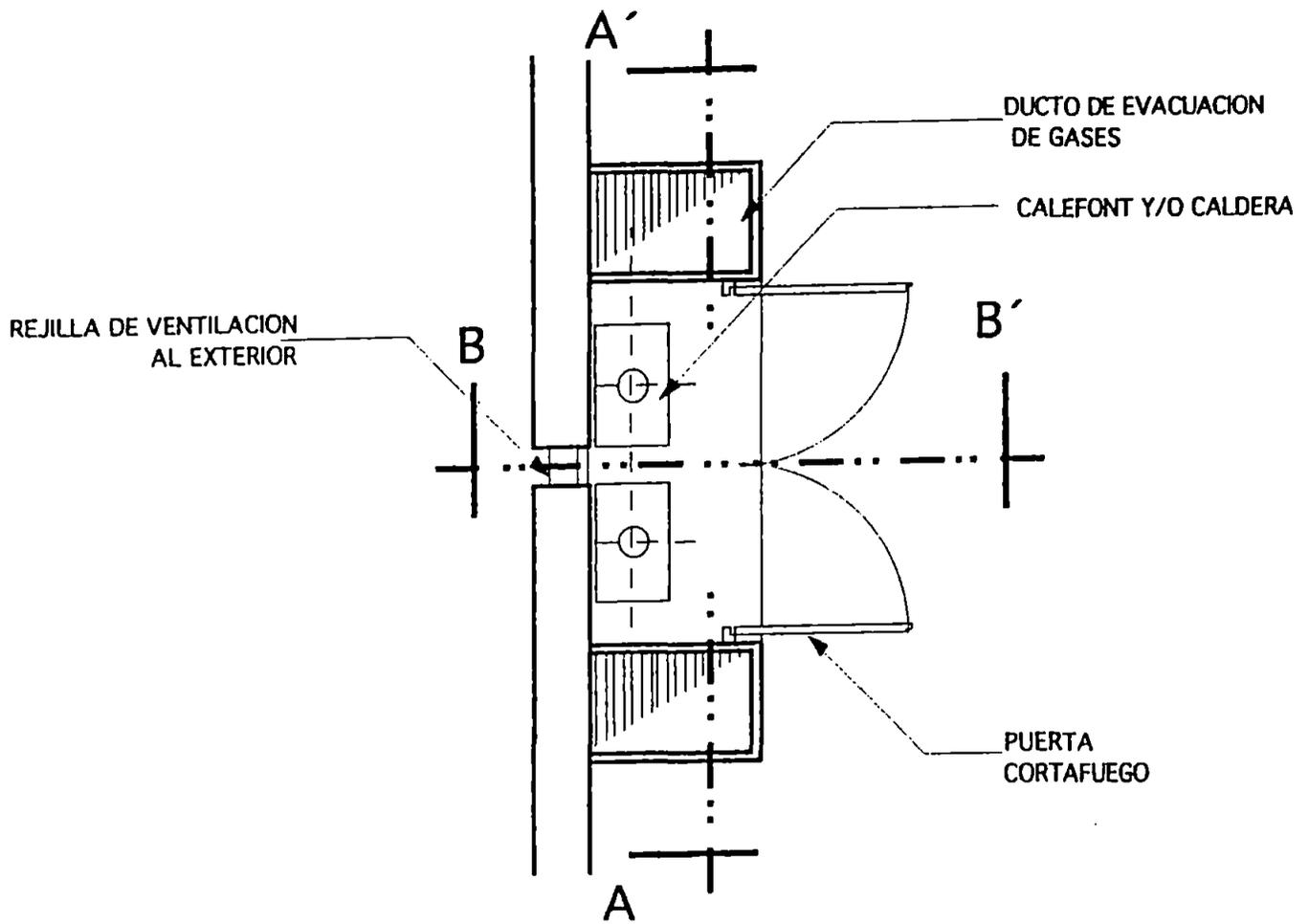
(*) La situación con respecto al Reglamento, para esta tabla, corresponde a la Obs. 2 (secc. real < secc. mín. rectangular), en cuanto a área de ducto colectivo.

TABLA IX. CALCULO DE ÁREAS DE DUCTOS COLECTIVOS

Edificio (N°)	Real (cm ²)	DICTUC (cm ²)	D.E N° 222 (cm ²)	Real-Dictuc/Real (%)	Real-DE N°222/Real (%)
1	600	422	427	30	29
2	731	790	678	-8	7
3	945	993	846	-5	10
4	900	993	846	-10	6
5	1183	860	816	27	31
6	912	826	779	9	15
7	912	860	816	6	11
8	912	764	753	16	17
9	385	391	396	-2	-3
10	600	459	474	24	21
11	743	839	784	-13	-6
12	888	787	763	11	14

ANEXO N° 4

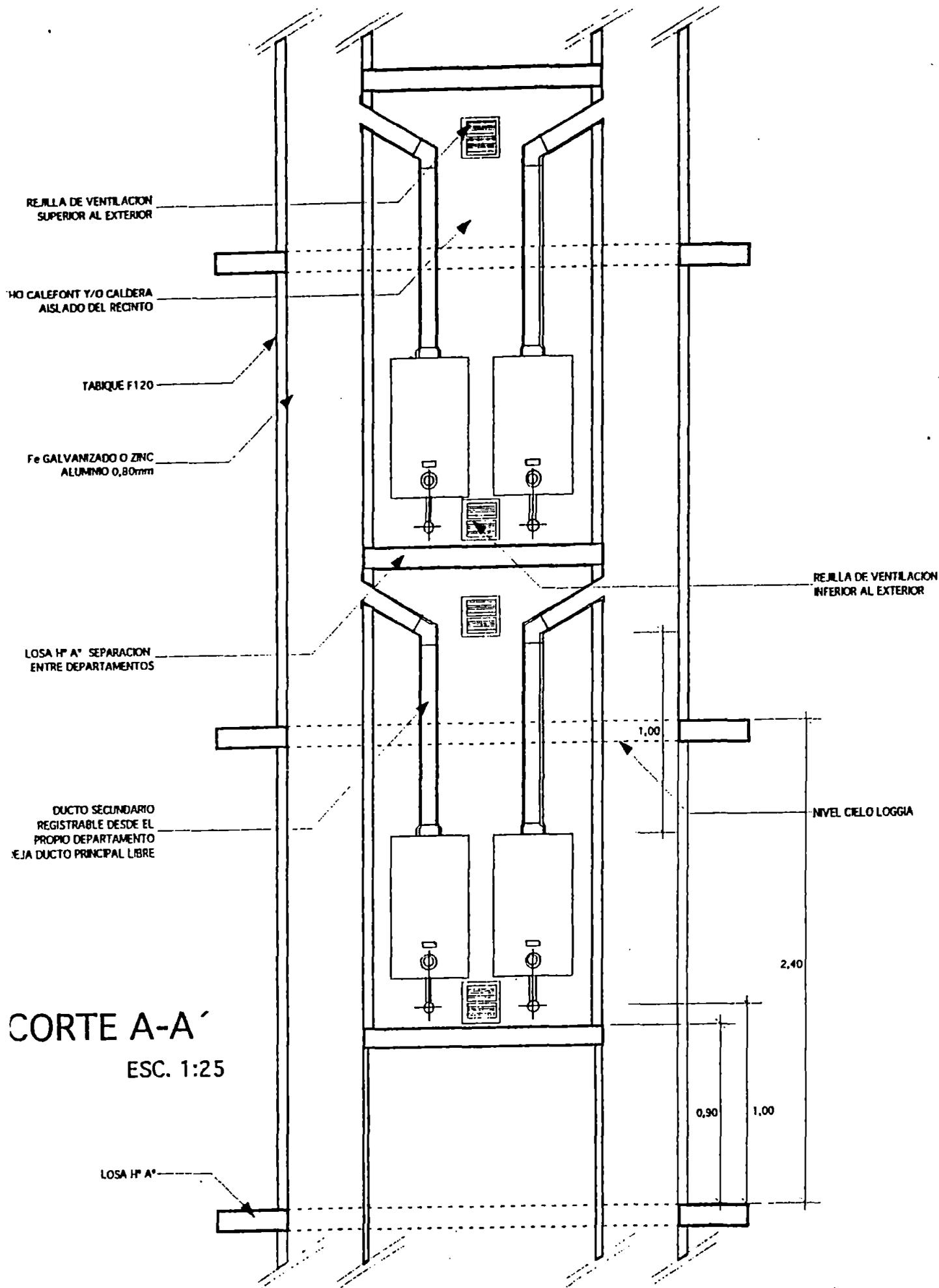
**DIBUJO EN PLANTA Y ELEVACION
DE LA CAMARA DE SEGURIDAD**



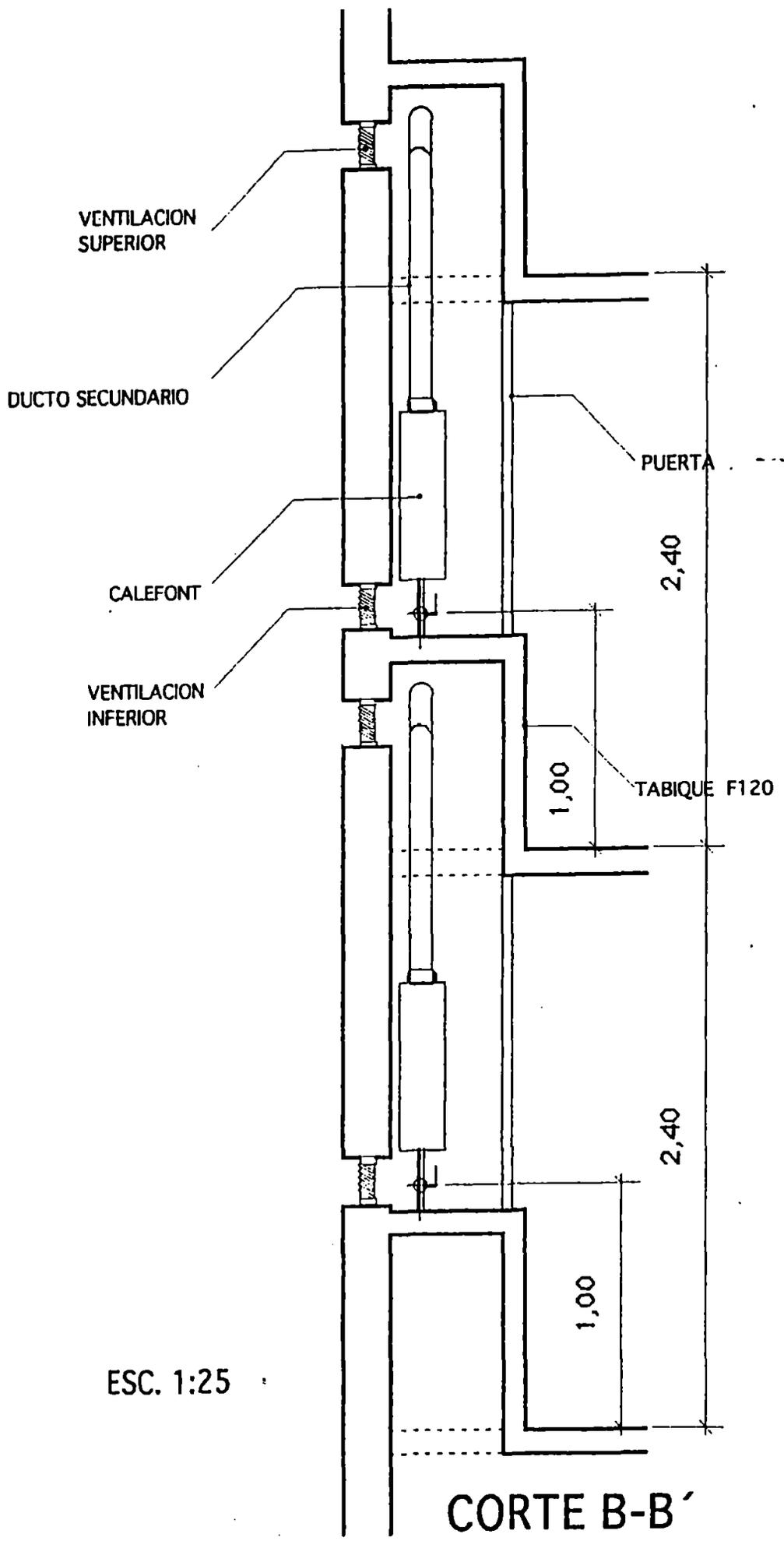
PLANTA

ESC. 1:25

PROPUESTA DEL Sr. DANIEL LYON DESARROLLADA Y MEJORADA POR
 LOS ARQ. HORACIO SOTOMAYOR Y JUANPABLO RAMIREZ V.

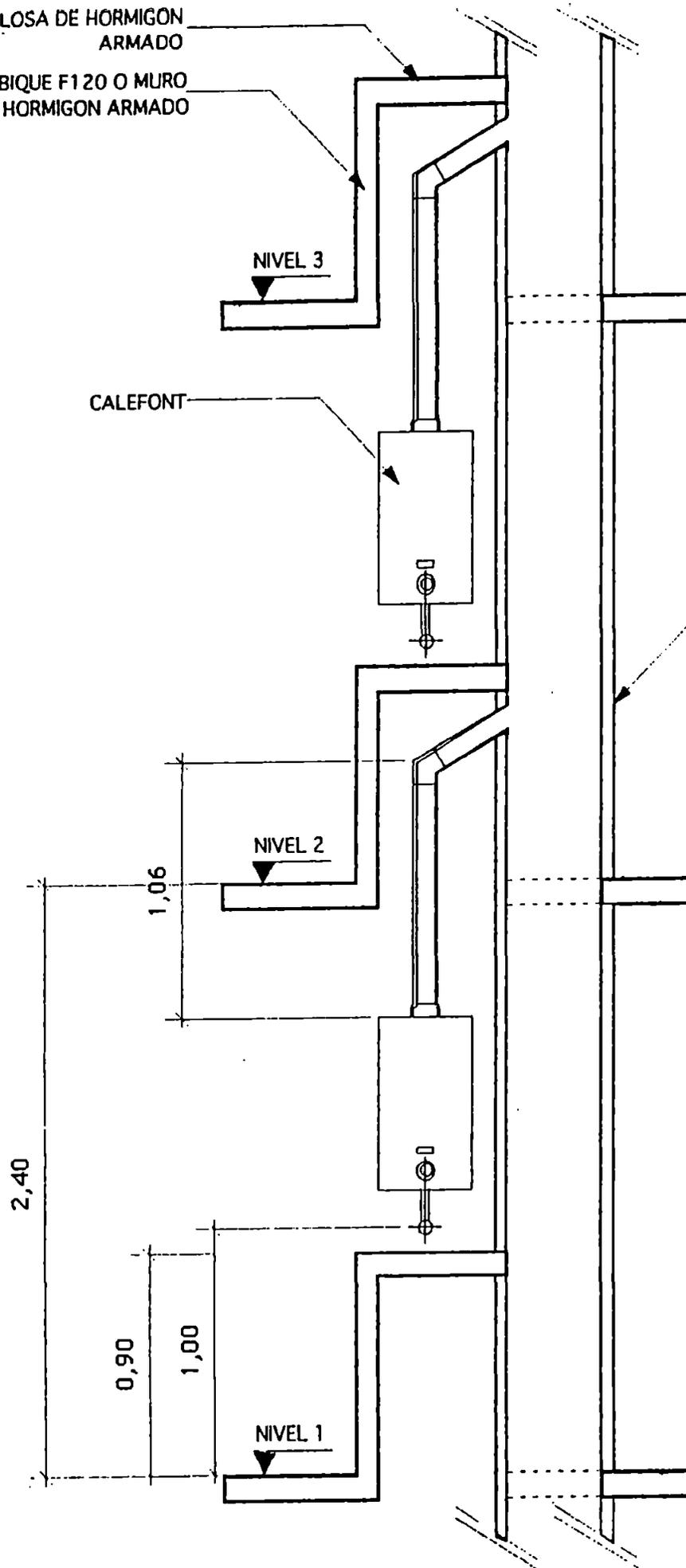


CORTE A-A'
 ESC. 1:25



LOSA DE HORMIGON ARMADO
TABIQUE F120 O MURO DE HORMIGON ARMADO

PROPUESTA DUCTO SECUNDARIO POR EL EXTERIOR, REGISTRABLE Y REPARABLE DESDE EL INTERIOR DEL RECINTO



TABIQUE F120 O MURO DIVISORIO

ESC. 1:25

ANEXO N° 5

**DUCTO EXTERNO EN VIVIENDAS
DE TIPO ECONOMICO**

DISEÑO DE DUCTOS COLECTIVOS PARA VIVIENDAS SOCIALES

Objetivo :

Dado que el diseño de ductos colectivos para edificios en altura es un tema no resuelto satisfactoriamente en nuestro país, se propone un diseño para viviendas sociales de 5 pisos, utilizando la normativa norteamericana. Se supone que estos ductos colectivos son exteriores, por lo que deben ir aislados para minimizar el enfriamiento de los gases de combustión. El diseño asegura que el ducto operará satisfactoriamente, tanto para el caso de máxima carga (todos los artefactos operando) como para el de mínima carga (sólo un artefacto operando).

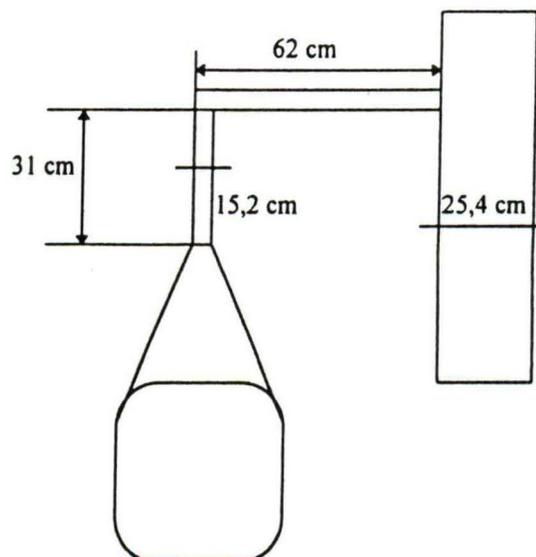
Condiciones del problema :

Altura entre pisos : 2.4 m
Nº pisos : 5
Potencia nominal de cada artefacto : 20 Mcal/h

Diseño :

Diámetro ducto colectivo (primario) : 10" (25,4 cm)
Diámetro ducto secundario : 6" (15,2 cm)
Aislante : caños premoldeados de lana mineral de alta densidad
Espesor del aislante : 40 mm
Distancia de elevación por sobre el cortatiro : 1 ft (31 cm)
Distancia lateral : 2 ft (62 cm)
Codos : 1 de 90°
Elevación del primario por sobre el techo (plano) : 1 ft (31 cm)

Esquema :



06999



Cámara Chilena de la
AUTOR Construcción
Informe Final Grupo especial
TITULO de Trabajo...

FECHA	NOMBRE	FIRMA
05/08/99	Mauricio Méndez	
24/8/99	S. Cristian Jara	Corp Educa.



AUTOR C. Ch. C.

TITULO Informe Final grupo...

Nº TOP. 06999