

ASPECTOS NO ESTRUCTURALES

4.1 Introducción

La importante función que cumplen los hospitales debe mantenerse luego de la ocurrencia de un sismo intenso, con el objeto de poder satisfacer las necesidades de atención médica que impone la emergencia. Caso contrario, el hospital no podrá cumplir con su función cuando más se lo necesita y se convertirá en objeto de la atención del desastre.

En el diseño de toda estructura sismorresistente debe considerarse que los elementos no estructurales de la construcción y los equipos de instalaciones mecánicas y sanitarias deben soportar los movimientos de la estructura. Además, hay que tener en cuenta que la excitación de los elementos no estructurales, dada por los movimientos de la estructura, en general es mayor que la excitación de la base, por lo cual puede decirse que la seguridad de los elementos no estructurales se encuentra más comprometida que la de la estructura misma.

Debido a ello la experiencia en temblores muestra, en muchos casos, un excelente comportamiento de la estructura diseñada de acuerdo a los reglamentos sismorresistente, acompañado de una deficiente respuesta de los elementos no estructurales, con el consecuente riesgo que significa para los ocupantes y transeúntes del edificio, y las pérdidas asociadas a la suspensión de funciones en el hospital y a los costos de reposición del equipamiento existente.

En el caso de los hospitales el problema es de gran importancia debido a que éstos son instalaciones esenciales para enfrentar desastres, ya que deben mantenerse lo más intactas posibles ante la ocurrencia de un terremoto y a que sus características los hacen especialmente vulnerables. Entre las más importantes podemos destacar las siguientes.

La complejidad de las redes de instalaciones eléctrica, mecánica y sanitarias, dotaciones indispensables para la vida normal del hospital y para la atención de una emergencia y la existencia de equipamiento generalmente costosos

Por otro lado debemos tener en cuenta que los hospitales, en caso de emergencia, suplen las funciones de hotel, oficinas, laboratorios, depósito de alimentos, etc.

Los hospitales alojan pacientes, empleados y visitantes las 24 hs del día por lo que son edificios altamente ocupados. Además muchos pacientes requerirán ayuda y cuidado especializado continuamente, lo que los inhabilita para la evacuación del edificio (en contraste con los ocupantes de un edificio cualquiera), pueden estar rodeados por equipos especiales y que tal vez utilizan gases potencialmente peligrosos como el oxígeno, o conectados a equipos que mantengan la vida y que requieran suministro eléctrico permanente.

La mayoría de los suministros que requieren las instalaciones hospitalarias son esenciales para la supervivencia de los pacientes y cruciales para el tratamiento de víctimas en caso de terremotos. Por otro lado ninguna institución depende más de los servicios públicos que los hospitales, ya que sin ellos les sería imposible el funcionamiento de equipos de radiología, monitoreo, soporte de vida, etc.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que los hospitales acopian materiales que pueden ser peligrosos si se derraman o liberan, tales como estanterías que se caen con medicamentos o elementos químicos, lo que representa una amenaza por toxicidad o cilindros de gas y oxígeno que pueden iniciar incendios en el caso que se vuelquen y liberen el fluido

Muchos hospitales tienen televisores o equipos en estantes altos cerca de los pacientes que pueden caer y causar serios accidentes, además los equipos de rayos X, generadores alternos, etc , son pesados y susceptibles de ser derribados durante un terremoto.

Todo lo expuesto se ve agravado debido a que el daño sufrido por la comunidad impedirá el acceso de bomberos, policía, servicio telefónico, etc , mientras que habrá una entrada sin precedentes de heridos, muchedumbres buscando información sobre pacientes y en el momento que más se requiera el edificio puede dejar de ser funcional y el personal médico puede haber muerto o encontrarse herido.

Por último, la relación del costo de los elementos no estructurales al costo total de la edificación, tiene un valor muy superior en hospitales que en otras edificaciones. De hecho, mientras un edificio de viviendas y oficinas alcanza un valor de aproximadamente 60%, en hospitales, debido principalmente al costo de los equipos médicos y a las instalaciones especiales, se llega a valores entre el 85% y el 90% (OPS/OMS).

4.2 Vulnerabilidad No Estructural

El objetivo de este punto es determinar si el hospital presenta problemas de riesgo sísmico asociados a efectos no estructurales y funcionales. Con ese propósito se realizaron varias visitas al hospital, se recorrieron todas las dependencias, se evaluaron todos los equipos, sin realizar un estudio exhaustivo de cada uno, y se entrevistó al personal.

El equipamiento analizado corresponde a aquellos sistemas o subsistemas requeridos para el funcionamiento principal o para el apoyo de vida, o que su falla puede afectar directa o indirectamente el funcionamiento de otro equipo crítico. Esta agrupación se encuadra en el grupo crítico "A", de la clasificación de sistemas y subsistemas propuesta por McGavin (McGavin, 1981).

Una vez que se identificaron y clasificaron los sistemas y subsistema, se procedió a calificarlos en función de su vulnerabilidad que depende, entre otras cosas, de los siguientes factores.

- Función
- Demanda
- Características de diseño
- Experiencias previas
- Proximidad y relación con otros sistemas

McGavin recomienda dos metodologías básicas de calificación asociadas a las categorías del sistema o subsistema analizado. La calificación utilizando el primer criterio desarrollado para los sistemas dentro del grupo crítico A, se debe basar en los siguientes procedimientos:

- Pruebas en mesa vibradora
- Análisis matemático

- Experiencia previa
- Criterio de expertos
- Combinación de los anteriores

El objetivo del criterio II es asegurar que el equipo analizado permanecerá fijo durante una emergencia, recomendándose el uso de coeficientes sísmicos y análisis estático. En el presente estudio se utiliza un criterio basado en experiencias anteriores con equipos similares en conjunto con la evaluación del grupo de expertos.

El criterio utilizado es el desarrollado por la Administración de Hospitales de Veteranos de los Estados Unidos, que considera como peligroso para la seguridad a aquellas situaciones que producen heridas debilitantes o que empeoran substancialmente la condición de un paciente o del personal hospitalario, teniendo en cuenta además que un paciente postrado en la cama no puede realizar técnicas de protección típicas, recomendadas en situaciones sísmicas. Este método también fue utilizado por Boroschek R. y Astroza M. en su trabajo “Estudio de la Vulnerabilidad Física del Hospital San Martín de Quillota” (1994).

De esta manera se consideran situaciones que generan riesgo para la seguridad de las personas, a las siguientes:

- Impacto de objetos de menos de 5 kg de peso, con bordes afilados o de vidrio.
- Impacto de objetos de más de 5 kg de peso, sin fijación en altura.
- Impacto de objetos de más de 25 kg de peso, que se deslizan o ruedan en el piso.
- Contacto directo o inhalación de sustancias tóxicas o servicios como electricidad, vapor, gases, etc.
- Desconexión o falla de sistemas de mantenimiento de vida.
- Imposibilidad de alcanzar o utilizar equipo esencial o provisiones.
- Imposibilidad de evacuar áreas peligrosas.

Finalmente la vulnerabilidad de cada uno de los equipos analizados se clasifica en tres grandes grupos: “Baja”, “Media” y “Alta”. Luego se indica, utilizando la misma escala, el riesgo que representa esta vulnerabilidad para el hospital. En esta definición no están envueltos criterios económicos, es decir que una vulnerabilidad alta no implica una pérdida económica alta, ni tampoco un costo de mitigación o reducción de riesgo alto.

A continuación se describe cada uno de los sistemas seleccionados:

4.2.1. Sistema de Almacenamiento y Distribución de Oxígeno

Existe una caseta especialmente diseñada para el acopio de los tubos de oxígeno, con un sistema de fijación mecánico (correas metálicas), que debieran abastecer la red de distribución general del hospital. Esta caseta no es utilizada debido a las pérdidas ocasionadas por el volumen de oxígeno demandado por las tuberías de distribución para que se llenen completamente (Figuras 4.1 y 4.2). Por ello los cilindros de oxígeno son acopiados en algunos pasillos del hospital sin ningún tipo de amarre o fijación, y son distribuidos desde ese punto a las distintas áreas para su uso local. El almacenamiento presenta problemas de vulnerabilidad ya que durante la ocurrencia de un sismo éstos pueden volcar, con el consecuente peligro de rotura del cabezal de bronce y la

consiguiente pérdida del fluido al medio ambiente, lo que puede ocasionar incendios y explosiones, además de provocar el bloqueo de las vías de evacuación del edificio.

Los tubos de oxígeno utilizados para uso local en las salas de internación presentan una vulnerabilidad alta, debido a que son colocados al costado de las camas sin ningún tipo de fijación. Esto representa serios peligros de funcionamiento y un riesgo para los pacientes (Figura 4.3).

Vulnerabilidad: Alta

Riesgo para el Hospital: Alto

4.2.2. Áreas de Circulación

Circulación Vertical

En el hospital Existe una sola escalera al primer piso del sector 1 donde está la dirección, el salón de actos y la administración (Figura 4.4 y 4.5). Debido a la configuración de la escalera y al reducido número de personal que trabajan en esta zona (10 personas y 15 pacientes transitorios, aproximadamente) es de esperar que no existan dificultades en el momento de requerir una eventual evacuación del sector.

Circulación Horizontal

En las Figuras 4.6, 4.7 y 4.8, se observan las áreas de circulación horizontal del hospital. Hay que destacar que las dimensiones de estos pasillos son suficientemente amplias para una eventual evacuación del edificio. Por otro lado se observa una falta de señalización en las puertas de vidrio, lo que representa un riesgo en el caso que se produzca una situación caótica al evacuar el edificio. Los cielorrasos suspendidos son de perfilería de aluminio y se encuentran correctamente fijados a la estructura principal. La figura 4.8 muestra la recepción del hospital con dimensiones adecuadas para recibir un número sin precedentes de heridos en caso de emergencia.

Vulnerabilidad: Media

Riesgo para el Hospital: Bajo

4.2.3. Almacenamiento y Distribución de Medicamentos

El almacenamiento de los medicamentos se realiza en una bodega contigua al depósito de alimentos, las estanterías están fijas a la estructura mediante un amarre de alambre fino, sin embargo los estantes no presentan forma de limitar la caída de los elementos almacenados, con el consecuente riesgo que se produzca el derrumbe de éstos ocasionando pérdidas y mezclas entre ellos (Figura 4.9).

Mediante ese depósito el hospital abastece de medicamentos a otros centros de salud de zonas aledañas, tales como 25 de Mayo, San Martín, Angaco, etc.

La distribución se realiza a través de la farmacia, que adolece de los mismos problemas enunciados para el sector de la bodega (Figura 4.10). Esta farmacia tiene un depósito menor

contiguo a ella, con acoplo de materiales a granel en lugares de tránsito, lo que dificultará la evacuación y puesta en orden del sistema.

Riesgo para el Hospital: Alto

4.2.4. Almacenamiento y Distribución de Víveres

El almacenamiento de los alimentos se realiza en una bodega, las estanterías están fijadas a la estructura mediante un amarre de alambre fino, sin embargo los estantes no presentan forma de limitar la caída de los elementos almacenados, con el consecuente riesgo que se produzca el derrumbe de éstos. Además se acopian alimentos a granel en algunos sectores, ambas situaciones pueden ocasionar dificultades para el tránsito por esa zona (Figura 4.11 y 4.12).

El suministro de alimentos frescos se realiza en forma diaria, lo que limita la capacidad del hospital para funcionar independientemente en caso de emergencia.

Mediante ese depósito, el hospital abastece de alimentos a otros centros de salud de zonas aledañas, tales como 25 de Mayo, San Martín, Angaco, etc.

Cocina

El sector cocina no presenta una alta vulnerabilidad, sin embargo la mayoría de los artefactos no están anclados en forma apropiada (Figura 4.13). Se puede observar en la Figura 4.14 la campana de la cocina con un deficiente sistema de anclaje al techo.

Vulnerabilidad: Alta

Riesgo para el Hospital: Medio

4.2.5. Laboratorios, Consultorios externos, Odontología, Cardiología, etc.

Estos sectores se caracterizan por tener una serie de cuartos independientes con un gran número de equipos. En general este sistema se puede considerar como de alta vulnerabilidad ya que la mayoría de sus equipos, que por sus características son susceptibles de desplazarse o volcarse, no cuentan con ningún tipo de fijación (Figuras 4.15 y 4.16). Adicionalmente muchos equipos se encuentran localizados en muebles o vitrinas de cuestionable seguridad. Por otro lado hay que mencionar que algunos de esos equipos, por las características propias de su uso que pueden ser ambulatorios, no deberían estar anclados, por ejemplo la bicicleta utilizada para estudios de cardiología (Figura 4.17). En algunas de éstas salas también existen cilindros de oxígeno en las mismas condiciones que la ya enunciadas en el punto 4.2.1. (Figura 4.18).

Por la vulnerabilidad de este sistema las pérdidas pueden ser altas en términos de servicio, durante el terremoto esperado o incluso durante uno de menor intensidad.

Vulnerabilidad: Alta

Riesgo para el Hospital: Alto

4.2.6. Rayos X

Existe un equipo de Rayos X anclado inadecuadamente a la estructura debido a que este elemento posee una gran masa sin distribución uniforme en altura, lo que hace prever un comportamiento del tipo “Péndulo Invertido” ante la excitación sísmica (Figura 4.19).

Existe una estantería esbelta en ese sector, la cual no se encuentra anclada a la estructura. El volcamiento de ésta puede limitar o dañar el funcionamiento del sistema. También existe un transformador de gran masa sobre el piso de la sala, susceptible a desplazamientos o volcamiento durante un sismo (Figura 4.20).

Vulnerabilidad: Alta

Riesgo para el Hospital: Alto

4.2.7. Quirófano

El quirófano se encuentra ubicado en la parte central del sector 3 del edificio. En él se pueden observar cilindros de oxígeno sin amurar y una vitrina en las mismas condiciones. La camilla de operaciones, sistemas de anestesia y de iluminación, sí se encuentran debidamente anclados a la estructura (Figuras 4.21 y 4.22).

Vulnerabilidad: Media

Riesgo para el Hospital: Medio

4.2.8. Sala de Parto

En ésta sala algunas vitrinas están sin amurar y la provisión de oxígeno se realiza mediante cilindros colocados a un costado de la camilla, debido a que la red prevista no es utilizada. Según los comentarios del personal la provisión de oxígeno se encuentra bastante alejado de ese sector, con el agravante que ocasiona el hecho de haberse clausurado una puerta en uno de los pasillos aledaños para habilitar un consultorio (Figuras 4.23 y 4.24).

Vulnerabilidad: Media

Riesgo para el Hospital: Medio

4.2.9. Archivos

El sistema de archivos consiste en un almacenamiento de carpetas con los datos de los pacientes. Estas carpetas se acopian en estanterías en una habitación contigua al hall central del hospital (Figura 4.25). Las estanterías donde se almacenan las carpetas no disponen de un sistema para limitar la caída de los archivos. Además las estanterías están ancladas a la estructura del edificio, pero sería necesario calcular la capacidad de dicha conexión. Esta evaluación está fuera del alcance de este trabajo.

Vulnerabilidad: Alta

Riesgo para el Hospital: Medio

4.2.10. Sistema de Aprovisionamiento de Agua y Sistema de Lucha contra Incendios

El suministro de agua del hospital proviene de la red de agua potable de la ciudad de Cauce. El agua es dirigida por gravedad hacia una cisterna de 40 m³ de capacidad, desde donde es elevada mediante una bomba hacia un tanque elevado de igual capacidad (Figura 4.26). El tanque elevado está apoyado sobre una estructura metálica que cumple con los requerimientos del Reglamento INPRES CIRSOC, por lo que se lo puede calificar como seguro. La Figura 4.27 muestra las tuberías de distribución, que aunque no presentan signos de deterioro por su antigüedad, presentan conexiones del tipo rígido sin posibilidad de acomodar desplazamientos producidos por sismos severos y podrían ser susceptibles a efectos de cizallamiento.

Existe una pileta ubicada en el patio posterior del edificio para uso de regadío, pero ésta no cuenta con bomba ni tablero eléctrico (Figura 4.28). Está previsto a corto plazo utilizar esta pileta para el abastecimiento de agua para sofocar incendios, debido a que ese aprovisionamiento se realiza desde el tanque elevado. Esto representa un riesgo para el hospital en caso que se produzcan incendios luego de un evento sísmico, ya que en ese caso el nosocomio se quedaría sin agua potable. Existe una adecuada distribución de mangueras para combatir incendios (Figura 4.29).

Vulnerabilidad: Media

Riesgo para el Hospital: Bajo

4.2.11. Almacenamiento y Distribución de Gas

Los cilindros de gas son almacenados en un gabinete especialmente diseñado para este fin, desde donde se distribuye dicho fluido a través de la red interna mediante la instalación de un cilindro por vez, por medio de un caño flexible (Figuras 4.30 y 4.31). El almacenamiento presenta problemas de vulnerabilidad ya que no existe un sistema de fijación mecánica (cadenas o correas metálicas) para cada cilindro. En el momento el sismo varios de estos cilindros pueden caer, especialmente el que se encuentra conectado a la red, con el consiguiente riesgo de emanaciones de gas a la atmósfera y las consecuencias de riesgo de incendios y explosiones que esto trae aparejado, además, los cilindros volcados pueden impedir la apertura de las puertas y dificultar el acceso a ellos.

Vulnerabilidad: Media

Riesgo para el Hospital: Alto

4.2.12. Sala de Máquinas

El grupo electrógeno consiste en un generador marca “Perkins”, el cual da suministro a los distintos sectores del hospital (Figura 4.32). Éste se encuentra debidamente anclado a sus apoyos, aunque la batería no está fija, lo que la hace susceptible a desplazamientos. El suministro de combustible se realiza periódicamente y siempre se mantiene una reserva, como no se conoce el rendimiento real del sistema, no se puede estimar el tiempo en que puede funcionar en forma independiente. El sistema es verificado periódicamente.

En la sala de máquinas también se encuentra las calderas (Figuras 4.33 y 4.34), una para provisión de agua caliente y la otra para calefacción cuyo suministro de agua se realiza mediante el tanque elevado y el combustible usado es gasoil. La caldera utilizada para la calefacción del edificio no se pone en funcionamiento desde hace tiempo, según comentarios del personal.

Ambas calderas poseen un sistema de fijación a la estructura, por lo que su vulnerabilidad es baja.

La distribución del agua proveniente de las calderas desde la sala de máquinas hasta el edificio principal, se realiza mediante cañerías localizadas en túneles por debajo de la construcción (Figura 4.35)

Vulnerabilidad: Baja

Riesgo para el Hospital: Bajo

4.2.13. Servicios Anexos

La sala de morgue presenta buenas condiciones de anclaje de sus elementos, tales como camilla y enfriador (Figura 4.36). Por otro lado las secciones de lavandería y esterilización también poseen buenas condiciones en su equipamiento (Figuras 4.37 y 4.38)

Vulnerabilidad: Baja

Riesgo para el Hospital: Bajo

4.2.14. Otros

Adicionalmente a los sistemas y equipos analizados, podemos incluir los siguientes, que también fueron inspeccionados.

Sistemas de aire acondicionado: En general no están anclados (Figura 4.39).

Tablero eléctrico: Anclado correctamente a la pared (Figura 4.40).

Central Telefónica y conmutador interno: Existe un conmutador interno ubicado en la sala de recepción (Figura 4.41). Éste es de pequeñas dimensiones, por lo que no requiere de mayor atención.

Instalación Cloacal: Recientemente el hospital ha renovado toda la instalación cloacal debido a que la anterior presentaba signos de deterioro y estaba compuesta por cañerías rígidas. Esta nueva instalación se ha realizado íntegramente en caños de P.V.C., éstos debido a su capacidad de soportar grandes deformaciones garantizan que dicha instalación no quedará fuera de servicio luego de un sismo.

Servicio de Ambulancia: El hospital cuenta con una ambulancia propia, cuyo año de fabricación es 1986 (Figura 4.42), en algunos casos ha sido necesario recurrir a otros centros de salud para acceder a otra movilidad. Esta situación genera un riesgo, no solo para el hospital, sino para la comunidad en general, ya que en caso de emergencia un vehículo solamente no

podrá cubrir las necesidades de la población de la vasta región de la zona de influencia del hospital.

4.3 Resumen de los Sistemas seleccionados y su calificación

Sistema	Vulnerabilidad	Riesgo para el Hospital
Almacenamiento y Distribución de Oxígeno	Alta	Alto
Áreas de Circulación	Media	Bajo
Almacenamiento y Distribución de Medicamentos	Alta	Alto
Almacenamiento y Distribución de Víveres	Alta	Medio
Laboratorios, Consultorios, etc.	Alta	Alto
Rayos X	Alta	Alto
Quirófano	Media	Medio
Sala de Parto	Media	Medio
Archivos	Alta	Medio
Aprovisionamiento de Agua	Media	Bajo
Almacenamiento y Distribución de Gas	Media	Alto
Sala de Máquinas	Baja	Bajo
Servicios Anexos	Baja	Bajo

4.4. Calificación de la Vulnerabilidad No Estructural del Hospital

En general se observó que los sistemas y equipos ubicados en el hospital no cuentan con dispositivos que los protejan de daños ante la acción de un sismo de intensidad moderada a alta.

Para calificar la Vulnerabilidad No Estructural del hospital se evalúan los aspectos cualitativos presentados en los puntos 3.2. De ese análisis se puede concluir que existe un riesgo global que se puede calificar como “Medio” a “Alto”, asociado a daños, pérdida de funcionamiento, atrasos en los servicios y costos económicos. Luego se concluye que el nivel de daños que pueden ocurrir durante el sismo de máxima intensidad esperado en la Ciudad de Cauce, debiera ser elevado.

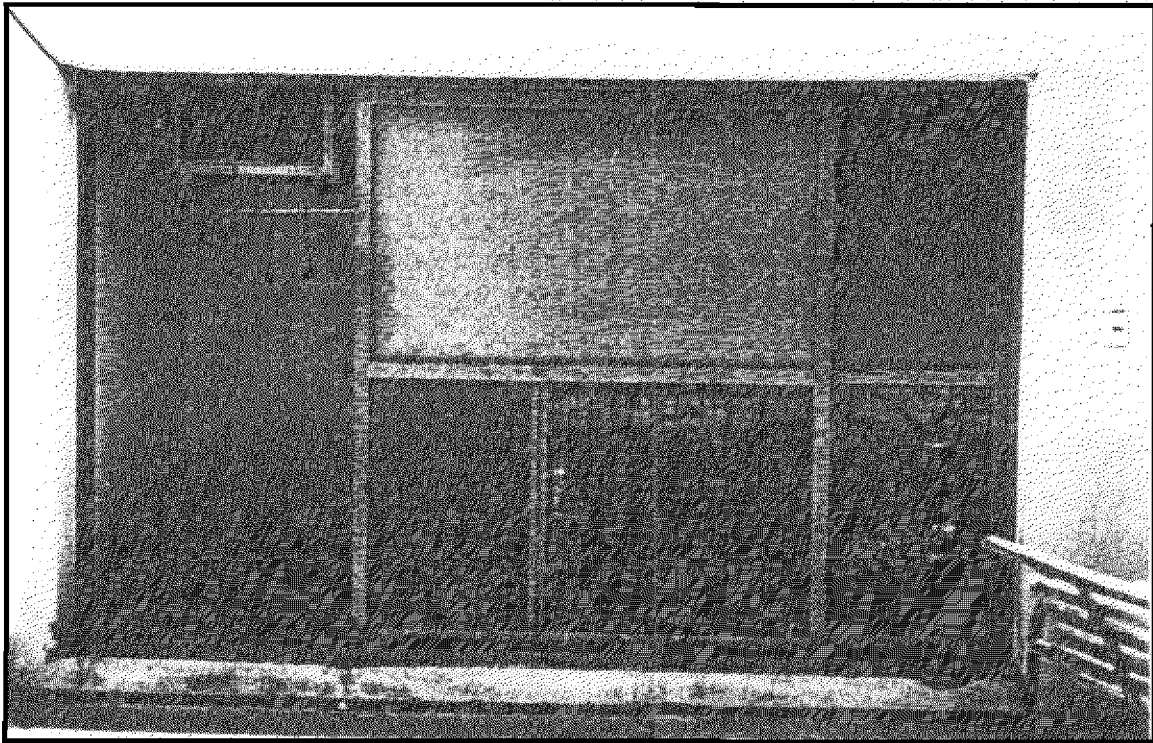


Figura 4.1

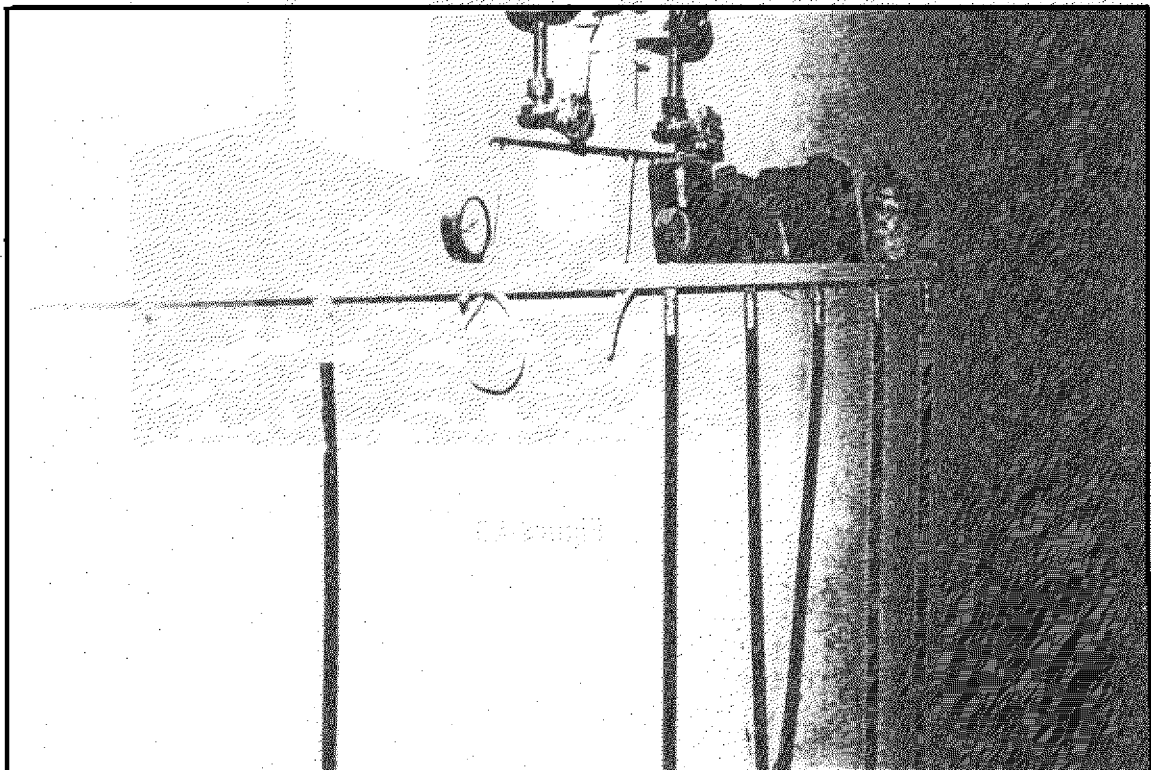


Figura 4.2