

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

***Optimización del Sistema de Ascensores de un
Hospital, por medio del Estudio de Tráfico
Vertical.***

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por **Br. Cesar A. Mitrotti V.**
Para optar por el Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2003

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Optimización del Sistema de Ascensores de un Hospital, por medio del Estudio de Tráfico Vertical.

TUTOR ACADÉMICO: Ing. Fausto Carpentiero

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por **Br. Cesar A. Mitrotti V.**
Para optar por el Título de
Ingeniero Mecánico

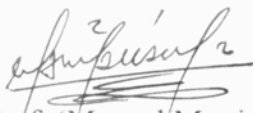
Caracas, 2003


Caracas, Octubre de 2003

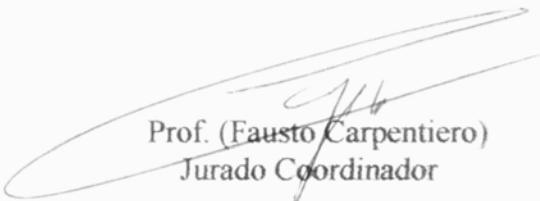
Los abajo firmantes, miembros de jurado designado por el consejo de la escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Cesar Mitrotti, titulado:

**“OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE ASCENSORES DE UN HOSPITAL
POR MEDIO DEL ESTUDIO DE TRAFICO VERTICAL”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor.


Prof. (Manuel Martinez)
Jurado


Prof. (Pedro Lecue)
Jurado


Prof. (Fausto Carpentiero)
Jurado Coordinador

Resumen

Mitrotti Vargas, César Andrés

Optimización del Sistema de Ascensores de un Hospital, por medio del Estudio de Tráfico Vertical.

Tutor Académico: Ing. Fausto Carpentiero. Tutor Industrial: Ing. Lennys Berutti. Trabajo especial de Grado. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2003.

130 Pág.

Palabras Clave: Cálculo, Tráfico Vertical, Optimización, Ascensores, Estimación de costos.

Por medio del método denominado “Elevatoring” se realizó un satisfactorio estudio y cálculo de las variables del tráfico vertical de un edificio. Para el hospital Dr. Miguel Pérez Carreño en particular se comprueba que los valores de la capacidad de transporte e intervalo probable son insatisfactorios para las condiciones en las que actualmente funciona dicho centro de salud. En vista de esto se hace necesario la planificación de una modernización del sistema de elevación en vista no solo de que esta situación incumple las normas establecidas vigentes, sino también a que las quejas de los usuarios por el mal servicio que se presta, aunado a las cada vez más frecuentes interrupciones del servicio así lo ameritan. La causa de mayor peso del problema son los cuadros de maniobras de cada ascensor y en vista que los demás componentes elementales de los ascensores son repotenciables y actualizables con un mantenimiento mayor, estos cuadros de maniobra se convierten en el centro de la modernización que se plantea actualizando de esta manera el sistema electrónico de las unidades y aumentando así el rendimiento de los equipos por el mayor tiempo posible.

Dedicatoria

Se lo dedico a mi bisabuela **Maria Montes de Amaro**, fallecida durante la realización de este trabajo especial de grado y quien siempre rezó por mí en los buenos y en los malos momentos. Se que me cuidas desde arriba abuela.

Las personas más importantes que sin duda deben estar en esta dedicatoria son mis padres Ing. Cesar Mitrotti Manrique y Estilita Coromoto Vargas de Mitrotti, a quienes les debo todo lo que soy y lo que por ellos seré.

Va también dedicado a mi bella novia Jennifer Patricia (“Cácho”), quien en estos años ha sido mi principal apoyo y adoración.

A mis hermanos Javier Alejandro (“la Zorra”), Álvaro Miguel (el Enano) y Cesar de Caracas, también mis primos José Miguel (“Chemy”), Carlos Arnaldo (“la Zarna”) y Andreina.

A mis amigos Miguel Ángel, Maria José, Franklin, Julián, Amarelys, Katuska y Annie, sin los cuales se hubiera hecho más tediosa la travesía por la universidad. A mis cuñadas Scherazahade y Claudia y mi concuñada Yesenia.

También a mi Madrina Nahir y a mis tíos Miguel Gamboa y Nancy Vargas.

A mis compañeros de la oficina de Ingeniería Clínica durante mi estadía en el hospital Dr. Miguel Pérez Carreño, Gladys, Nathalie, Siudy, Gustavo, Carlos, Karina, Henry, Jennifer, William, Adriana, Jaime, Sydney, Mariana, Celeste, Leonel, Oswaldo y todos los demás.

Agradecimientos

Mi mayor agradecimiento es para mi padre y madre, me han dado la oportunidad de recibir una educación excelente tanto en casa como en la academia. Ellos me han apoyado en cada etapa de mi vida y sé que seguirán haciéndolo por siempre.

Le agradezco también a mis tutores en este trabajo especial de grado: Lennys Berutti y Fausto Carpentiero quienes apoyaron la realización de este proyecto desde el comienzo.

Este proyecto no se hubiera llevado a cabo sin la ayuda prestada por los técnicos de Sistemas Caprelem, el personal de M.I.D.I. OTIS, Schindler de Venezuela, M.A. Ferrotherm y muy en especial a todo el personal de Asesores, Supervisores, Pasantes y Tesistas del Proyecto de Ingeniería Clínica de la Universidad Simón Bolívar y el Instituto Venezolano del Seguro Social.

Al Ingeniero Fernando Miranda.

A mis familiares y amigos, que me ayudaron con la elaboración de este trabajo prestándome gentilmente sus computadores.

Índice General

Resumen	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice General	iv
Índice de Figuras	ix
Índice de Tablas	x
Índice de Apéndices y Anexos	xi
CAPÍTULO I	
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 RESEÑA HISTÓRICA DEL HOSPITAL	4
1.2.1 Análisis Arquitectónico del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño	5
1.3 ANTECEDENTES	10
1.4 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	11
1.5 OBJETIVOS	14
1.5.1 Objetivo General:	14
1.5.2 Objetivos Específicos:	14
1.6 ALCANCES	15
CAPÍTULO II	
2.1 ASCENSORES	16
2.1.1 Definición	16
2.1.2 Clasificación	16
2.1.2.1 Según su función:	16
2.1.2.2 Según su accionamiento:	16
2.1.2.3 Según su sistema de tracción:	17
2.1.2.4 Según su tipo de transmisión:	17

2.2 MONTACARGAS.....	18
2.2.1 Definición.....	18
2.2.2 Clasificación.....	18
2.3 PARTES CONSTITUTIVAS DEL ASCENSOR.....	19
2.3.1 Infraestructura	19
2.3.1.1 Pozo:.....	19
2.3.1.2 Foso:.....	19
2.3.1.3 Sala de Máquinas:	19
2.3.2 Elementos funcionales	19
2.3.2.1 Cabina:	19
2.3.2.2 Contrapeso:	20
2.3.2.3 Grupo Tractor o Máquinas:.....	20
2.3.2.4 Cables de Tracción:.....	21
2.3.2.5 Guías de Cabina y Contrapeso:.....	22
2.3.2.6 Guiadores del Carro:	22
2.3.2.7 Tensores:	22
2.3.2.8 Cuadro de Maniobra:	22
2.3.2.9 Cable Viajero:	23
2.3.2.10 Mecanismo de Freno:.....	23
2.3.2.11 Puertas de Pasillo:	24
2.3.2.12 Puertas de Cabina:.....	24
2.3.2.13 Operador de Puertas:	24
2.3.2.14 Breaker o Interruptor Principal:	25
2.3.2.15 Botonera de Cabina:.....	25
2.3.2.16 Botonera de Piso:	25
2.3.2.17 Indicadores Internos de Posición:	25
2.3.2.18 Indicadores Externos de Posición:	25
2.3.3 Dispositivos de Seguridad.....	25
2.3.3.1 Limitador de Velocidad:	26

2.3.3.2	Paracaídas:	26
2.3.3.3	Amortiguadores:	27
2.3.3.4	Dispositivos de Seguridad contra Aflojamiento de los Cables:	27
2.3.3.5	Dispositivo de Parada de Emergencia:	28
2.3.3.6	Finales de Carrera:	28
2.3.3.7	Guardamotor:	28
2.3.3.8	Timbre de Alarma:	28
2.3.3.9	Alumbrado de Emergencia:	29
2.4	TRÁFICO VERTICAL	30
2.4.1	Técnica del Elevatoring	30
2.4.2	Análisis de Tráfico	31
2.4.2.1	Población:	31
2.4.2.2	Patrones de Tráfico:	32
2.4.2.3	Horas Pico de Subida:	33
2.4.2.4	Horas Pico de Bajada:	34
2.4.2.5	Tráfico Bidireccional:	35
2.4.2.6	Tráfico entre Pisos:	36
2.4.2.7	Tráfico Opuesto:	37
2.4.2.8	Periodo Crítico:	38
2.4.2.9	Tiempo Total de Viaje:	39
2.4.2.10	Capacidad de Transporte:	42
2.4.2.11	Intervalo Probable:	42
2.4.2.12	Calidad del Servicio:	44
2.4.2.13	Selección y disposición de los Ascensores:	45
2.5	ASCENSORES PARA EDIFICIOS INSTITUCIONALES	58
2.5.1	Definición	58
2.5.2	Población	59
2.5.3	Tráfico de ascensores en edificios institucionales	62
2.5.4	Disposición	63

2.5.5	Tráfico vertical en hospitales	64
2.5.6	Disposición en Hospitales	67
2.5.7	Pacientes ambulantes	72
2.5.8	Capacidad de transporte requerida	73
2.6	MODERNIZACIÓN	77
2.6.1	Justificación de la Modernización.....	77
2.6.2	Ventajas de la Modernización.....	78
2.6.3	Desventajas	79
2.6.4	Logística en los trabajos de Modernización.....	80
CAPÍTULO III		
3.1	MARCO METODOLÓGICO	82
3.2	CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	84
3.2.1	Definición de los Parámetros del Cálculo	84
3.2.1.1	Cálculo de Población Total Estimada (B).....	86
3.2.1.2	Cálculo del Área Estimada de Uso (AEU).....	87
3.2.1.3	Cálculo del Número de personas por Viaje (P_v)	87
3.2.1.4	Cálculo del Número de Paradas Probables (n_p)	87
3.2.1.5	Cálculo del Tiempo de Viaje Completo (TVC)	88
3.2.1.6	Cálculo de T1 y T2.....	89
3.2.1.7	Cálculo del Tiempo Adicional (TA)	89
3.2.1.8	Cálculo del Tiempo Total de Viaje (TTV).....	89
3.2.1.9	Cálculo de la Capacidad de Transporte (C)	89
3.2.1.10	Cálculo de Intervalo Probable (I).....	90
3.2.1.11	Cálculo de Capacidad de Transporte Total del Edificio (CT).....	90
3.2.1.12	Cálculo de Intervalo Probable Total del Edificio (IT)	90
3.2.2	Recolección de Datos Estadísticos.....	91
CAPÍTULO IV		
4.1	EL PROYECTO ORIGINAL	94
4.2	CÁLCULO DE TRÁFICO VERTICAL.....	100

4.2.1 Cálculos del Sistema 1 (hospitalización)	101
4.2.1.1 Características del Edificio	101
4.2.1.2 Características del Ascensor	101
4.2.1.3 Población.....	101
4.2.2 Cálculos del Sistema 2 (área quirúrgica)	104
4.2.2.1 Características del Edificio	104
4.2.2.2 Características del Ascensor	105
4.2.2.3 Población.....	105
4.2.3 Capacidad Total (Hospital)	107
4.2.4 Intervalo Probable Total (Hospital)	108
CAPÍTULO V	
5.1 RESULTADOS.....	109
5.1.1 Causas del Problema	109
5.1.2 Posibles Soluciones.....	113
5.1.3 Instalación de un (1) nuevo ascensor	113
5.1.3.1 Características del Edificio	113
5.1.3.2 Características del Ascensor	114
5.1.3.3 Población.....	114
5.1.3.4 Capacidad Total (Hospital)	117
5.1.3.5 Intervalo Probable Total (Hospital)	117
5.1.4 Instalación de tres nuevos ascensores	118
5.1.5 Solución Propuesta.....	121
5.1.6 Estudio detallado del Plan de Modernización.....	122
CAPÍTULO VI	
6.1 CONCLUSIONES	126
6.2 RECOMENDACIONES.....	129
BIBLIOGRAFÍA	130

Índice de Figuras

Figura 1. Hospital Dr. Miguel Perez Carreño	5
Figura 2. Esquema Formal del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño.	7
Figura 3. Isometría del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño	8
Figura 4. Esquema del comportamiento del tráfico en horas pico de subida.....	33
Figura 5. Esquema del comportamiento del tráfico en horas pico de bajada.....	35
Figura 6. Esquema del comportamiento del tráfico bidireccional	36
Figura 7. Esquema del comportamiento del tráfico entre pisos.	37
Figura 8. Esquema del comportamiento del tráfico opuesto.	38
Figura 9. Flujo de tráfico en hospitales (medido en vestíbulo). (a) Tráfico de personas; (b) Tráfico de vehículos.	39
Figura 10. Tiempo Total de Viaje.	40
Figura 11. Tiempo invertido por parada.	41
Figura 12. Requerimientos del sistema.	43
Figura 13. Diferencia de longitudes de entrada en función del paso peatonal.....	47
Figura 14. Comparación entre dos tipos de puertas: apertura central y apertura lateral	48
Figura 15. Arreglo Recomendable y No Recomendable	52
Figura 16. Correcta e Incorrecta disposición de un arreglo de 6 ascensores.	53
Figura 17. Mala disposición de ascensores de distintos usos.	54
Figura 18. Ejemplo de arreglos lógicos de ascensores.....	55
Figura 19. Modelo de Circulación Independiente.....	56
Figura 20. Disposición Recomendada para grupos de ascensores.....	57
Figura 21. Disposiciones de Ascensores para Hospitales Pequeños.....	68
Figura 22. Ascensor de 1800 Kg. de capacidad para hospitales.	69
Figura 23. Ascensor de 2250 Kg de capacidad con puertas de apertura central de 1,22 m de luz para los hospitales	70

Figura 24. Disposición de ascensores recomendada para hospitales.	71
Figura 25. Causas del Problema.....	110

Índice de Tablas

Tabla 1. C (%) y I (s).	44
Tabla 2. Carga Nominal, Superficie Útil de la Cabina y Número Máximo de Pasajeros.....	46
Tabla 3. Velocidades de cabina recomendadas (mts/min).	49
Tabla 4. Factores de Ocupación, Capacidades e Intervalos Probables para edificios Institucionales.	60
Tabla 5. Estado Actual de las unidades y Fallas Actuales	99

Índice de Apéndices y Anexos

- Apéndice A. Determinación del Factor de Ocupación, Capacidad de Transporte e Intervalo Probable de acuerdo al tipo y uso de la edificación
- Apéndice B. Determinación del tiempo adicional dependiendo del tipo de edificio.
- Apéndice C. Paradas Probables (np) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos (ns) por el ascensor, cuando cada piso tenga aproximadamente la misma población.
- Apéndice D. Recorridos probables (hp) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos por el ascensor (ns).
- Apéndice E. Personas por viaje (Pv) en función de la capacidad nominal de la cabina (P).
- Apéndice F. Tiempo por parada en función de la velocidad nominal del ascensor para edificios de viviendas multifamiliares
- Apéndice G. Tiempo promedio para la apertura y cierre de las puertas en edificios para oficinas y hoteles.
- Apéndice H. Tiempo Promedio para la entrada y salida de un pasajero en un edificio para oficinas y hoteles.
- Tabla 1. Especificaciones Técnicas de los ascensores del grupo 1 (Hospitalización).
- Tabla 2. Estadística de Disponibilidad de Unidades durante la duración del Proyecto
- Tabla 3. Repartición de Camas de Hospitalización por piso y servicio.
- Figura 1. Esquema General del Hospital Central Dr. Miguel Pérez Carreño de Caracas.
- Figura 2. Esquema de la Modernización.
- Figura 3. Flujo de tráfico en institutos de enseñanza (medido en vestíbulo) situados en ciudad, clases diurnas y nocturnas. Basado en clases de 50 minutos y tiempos de cambio de 10 minutos.

- Figura 4. Flujo de tráfico en un edificio combinado de tribunal y oficinas (medido en vestíbulo).
- Figura 5. Estadística de Horas Pico de Demanda y Utilización del servicio de transporte vertical.
- Figura 6. Puertas de pasillo (sótano) de ascensores 5, 6 y 7 (hospitalización).
- Figura 7. Puertas de Pasillo (piso 1) de los ascensores 2, 3 y 4 (hospitalización).
- Figura 8. Interior de las Cabinas de los ascensores.
- Figura 9. Estado de uno de los Montacargas del Hospital.
- Figura 10. Elementos y Componentes de los ascensores comunes.
- Anexo A. Cotización OTIS.
- Anexo B. Cotización Schindler Venezuela.

1.1 INTRODUCCIÓN

En estos tiempos el ahorro de espacio es vital, las ciudades están sobrecargadas y en general la distribución poblacional en el mundo está totalmente desequilibrada. En las grandes urbes es común ver grandes edificaciones que concentran a un número desmedido de personas laborando o residiendo, sea de cualquier forma las necesidades de transportar a las personas no solo en distancias horizontales sino verticales también se hizo mayor en vista que los flujos de personas aumentan progresivamente.

Por esto, la industria del transporte vertical está en una continua optimización, ya que solo así se puede satisfacer la demanda creciente del servicio. Las mejoras van desde diseños económicos desde el punto de vista energético hasta modificaciones en pro de poder trasladar a más personas o más carga en menor tiempo.

Enfocando el punto al transporte de personas podemos decir que se ha llegado en los actuales momentos a diseños y tecnologías de funcionamiento realmente eficientes, ahorros y muy sofisticados, sin embargo los cambios en cuanto a las instalaciones asociadas a los ascensores no han sido numerosos desde sus inicios.

La selección de equipos de transporte vertical es una de las más importantes decisiones que los ingenieros y arquitectos deben tomar cuando diseñan un proyecto de edificación. Esta selección es esencial para el flujo adecuado del tráfico vertical a través del edificio.

El sistema de ascensores representa no solamente una inversión considerable de capital, sino un requerimiento significativo de espacio y un costo continuo de operación. La apropiada selección de estos equipos no solo puede minimizar la cantidad de espacio interno requerido en la edificación (lo que permite un mejor aprovechamiento del mismo), sino que también puede disminuir el costo inicial por equipamiento, el costo relacionado con los gastos de operación, mantenimiento y tiempo de vida de los equipos.

El sistema de transporte de una edificación debe responder perfectamente a las necesidades de movilidad vertical dentro de ella, sobre todo en las horas pico. Pocos ascensores significan grandes esperas por el servicio e insatisfacción del usuario, por el contrario, muchos ascensores involucran un derroche de energía y capital invertido.

La serie de exigencias de los usuarios esta definido como “calidad del servicio”. Uno de los niveles de calidad de mayor impacto es el tiempo en que una persona debe esperar frente al ascensor para poder viajar en el.

Al hacer un estudio de tráfico deben tenerse en cuenta parámetros muy diversos como el uso que se le dará al edificio, el número de plantas, el área de cada planta, la distancia entre pisos, la población de cada planta, la cercanía o no de paradas de transporte publico, etc. El análisis del tráfico se ha vuelto indispensable a la hora de proyectar las instalaciones fundamentales de un nuevo edificio.

Los hospitales representan una de las edificaciones más complejas y de gran reto arquitectónico debido a la amplia variedad de servicios prestados y la adecuada distribución de espacio que involucra el proyecto. El sistema de transporte vertical debe facilitar el desplazamiento de pacientes y personal tanto medico como administrativo y obrero, y de esta forma garantizar un servicio hospitalario de calidad a los pacientes, personal y visitantes.

Históricamente en Venezuela ha existido la tendencia a solventar los problemas del sector salud de forma puntual, generando muchas veces respuestas inapropiadas, ya que la solución no es planteada en forma integral, afectando el funcionamiento de otras áreas. Por esta razón las instituciones medico-asistenciales solicitan asesoría y servicio de profesionales especializados que permitan analizar y conocer la situación actual de la institución, y de esta forma establecer un plan de recuperación integral que permita solventar los problemas.

El Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” cuenta con un sistema de transporte vertical bastante deteriorado. Factores como el tiempo transcurrido desde su instalación, el uso inadecuado y una política poco acertada en la gerencia del sistema han contribuido a la paulatina desmejora de la calidad del servicio.

Debido a que es vital la importancia del sistema de transporte vertical en dicho centro, se deben buscar soluciones que garanticen condiciones óptimas de funcionamiento en el mismo, de forma que resulte seguro y confiable, facilitando el desplazamiento de pacientes y personal en general.

Este Trabajo Especial de Grado analiza y evalúa las condiciones actuales del sistema de ascensores en el hospital, a través de la aplicación del método Elevatoring o estudio de tráfico vertical. Basándose entonces en la información suministrada por este cálculo y en algunas otras estadísticas de campo se fundamenta la necesidad de la implementación de una Modernización generalizada del sistema de elevación en el hospital.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA DEL HOSPITAL

El Hospital Central “Dr. Miguel Pérez Carreño”, ubicado al final de la calle la Guayabita vuelta el Pescozón, Antímano, al norte está la Urbanización Bella Vista, al Sur la Urbanización Montalbán, al Este Urbanización la Paz y al oeste la urbanización Industrial La Yaguara. Se construye en el año 1953 por el Arquitecto Miguel Menecio Rodríguez, cuenta con un área de 19.834 mts² y 85.000 mts² de construcción. El hospital costo 83.547.000 Bs. (Incluyendo equipo fijo).

“Fue inaugurado en 1970, como el primer gran hospital del instituto Venezolano de los Seguros Sociales, ubicado al oeste de Caracas. Funciona en un enorme edificio de 13 pisos, construido con características de la arquitectura moderna; cuenta con 698 camas para hospitalización proyectado para atender una población de 300.000 derecho – habientes, con una donación de equipos de primera categoría – a nivel de los mejores del mundo- y un personal medico entre quienes figuran eminentes profesionales en casi todas las especialidades de la medicina actual. Se habían celebrado actos inaugurales del edificio, pero no pueden citarse como el principio de su funcionamiento, puesto que el hospital continuaba cerrado por falta de dotación“.

“No obstante, se tiene conocimiento, que en 1967 el servicio de oftalmología del hospital general “ Dr. Ildemaro Salas “, ya desaparecido, que funcionaba en San Martín, es trasladado para el. Miguel Pérez Carreño “, aspecto que marcó el inicio de una nueva era en la oftalmología institucional. A comienzos de 1971, el servicio de cirugía de la mano, que desde 1963 funcionaba en el hospital “ Ildemaro Salas “, también es trasladado al Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño “ donde aún permanece.

1.2.1 Análisis Arquitectónico del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño.

Características generales:

El Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” fue fundado en 1970, como un Hospital Tipo 3, con una capacidad de atención de 656 camas en momentos de guerra o en momento de catástrofes naturales de gran magnitud.



Figura1. Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño

El Hospital cuenta con un área de construcción de 19.834 mts² y 85.000 mts² de construcción.

Por Gaceta oficial N°. 32.650 del 21 de enero de 1983 (decreto N° 1.798) el Hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” es catalogado como un hospital tipo **4**.

El Complejo Hospitalario esta constituido por 3 edificio integrados entre sí (edificio de hospitalización, de Emergencia y de Rehabilitación), donde se integran la circulación vertical y el área de servicios de apoyo a cada torre. El Edificio de Hospitalización cuenta con la planta baja, el área de Administración y un Auditorio, en el sótano, Lavandería y talleres. En el Edificio de Emergencia esta el Área Quirúrgica del hospital, se encuentra en frente del edificio de Hospitalización, el Área de servicios del hospital se encuentra, detrás del edificio de hospitalización en el sótano. El edificio de Rehabilitación se esta adosado a la parte de administración.

Los edificios están orientados en orientación franca norte para resolver los problemas de:

Control de insolación.

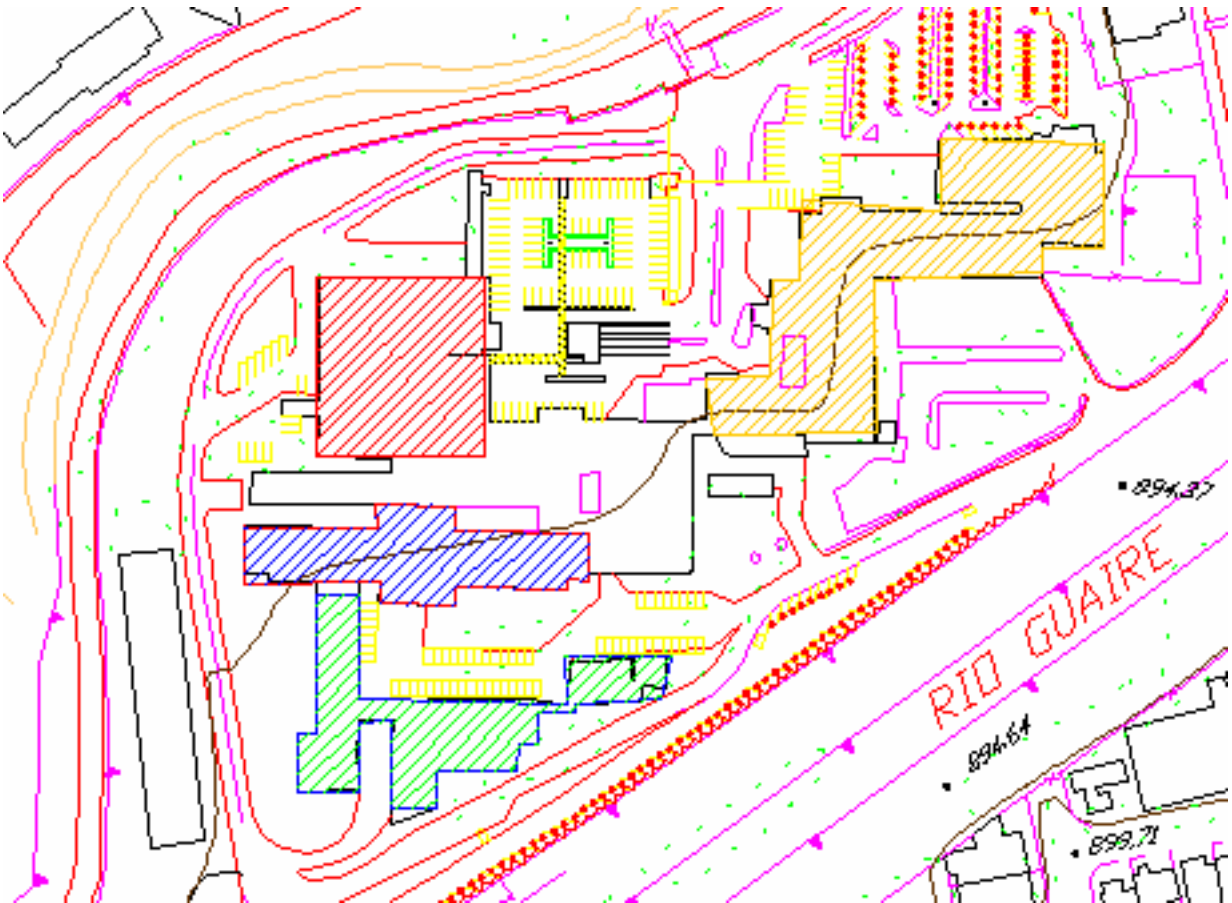
Las vistas norte y sur.

Ventilación interna de cada edificación en norte y sur .

Nivel formal.

El edificio anexo de Consulta Externa está orientado respondiendo al lindero Norte - sur del terreno.

ESQUEMA FORMAL DEL HOSPITAL Dr. Miguel Pérez Carreño



- Edificio de Hospitalización 13 pisos
- Edificio de Emergencia 5 pisos
- Edificio de Rehabilitación 5 pisos
- Edificio de Servicio 1 piso

Figura 2. Esquema Formal del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño.

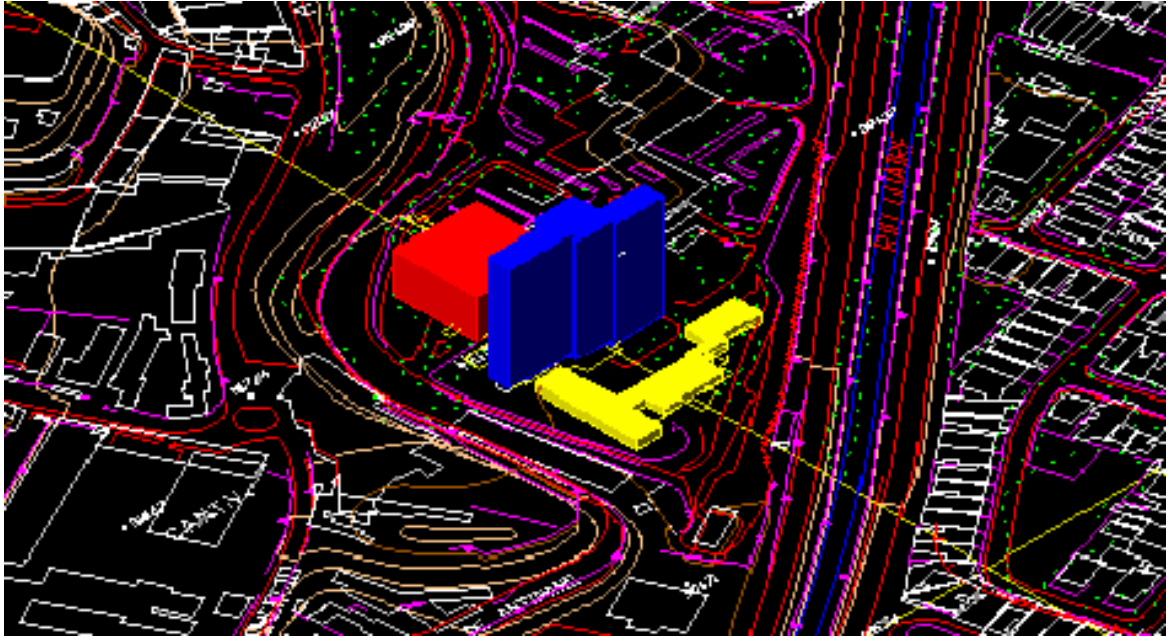


Figura 3. Isometría del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño

Niveles de ocupación:

Edificio de hospitalización

- 1 sótano.
- Planta baja.
- 13 pisos.
- Terraza.

Edificio Emergencia

- 1 sótanos.
- Planta baja.
- 5 pisos.
- Terraza.

Edificio de rehabilitación

- 1 sótanos.
- Planta baja.
- 5 pisos.
- Terraza.

Edificio de Servicio

- -Planta baja.

Áreas de ubicación:

Hospitalización	= 2024 m ² x 13 niveles	= 26312 m ²
Emergencia	= 2751 m ² x 5 niveles	= 13755 m ²
Rehabilitación	= 4528 m ² x 5 niveles	= <u>22640 m²</u>
	TOTAL	= 62707 m ²
Edificio de Servicio	= 2389 m ² x 1 nivel	= <u>2389 m²</u>
	TOTAL	= 2389 m ²

1.3 ANTECEDENTES

Este es un tema bastante documentado por lo común que resultan ser los ascensores dentro de un proyecto que involucra la construcción de una edificación, tenga un uso comercial, residencial, institucional o industrial. Además de esto, esta ampliamente reglamentado el diseño de estos sistemas por medio de las normas y legislaciones vigentes.

En Venezuela, tales diseños están normalizados por COVENIN que mediante el **“Código Nacional para Ascensores de Pasajeros”** y el **“Código Nacional para Ascensores de Carga”** regula la materia de manera muy explícita.

Existen autores que también han tratado el tema del diseño de elevadores, tal como: George Strakosch en su libro **“Transporte Vertical, ascensores y escaleras móviles”** de 1973. En este se describen los criterios de decisión que debemos tener en cuenta a la hora de diseñar un ascensor dependiendo del uso que tendrá además del tipo de edificación que lo poseerá. También se habla del trato especial que tiene el problema del número y disposición de ascensores de pasajeros dentro de edificios institucionales como lo es nuestro caso.

Hay otras instituciones que también se encargan de la materia de ascensores como La Cámara Venezolana de la Industria de Ascensores (CAVIA) por medio de la **“Guía General para el Usuario de Ascensores de Pasajeros”**.

Algunos fabricantes como OTIS también publican manuales y catálogos, entre los cuales están el **“Nao Elevatoring Manual”** de 1983 y el **“Manual de Proyectista”** cuya octava edición se publicó en 1998.

1.4 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Al hablar de servicios públicos en Venezuela, es inevitable pensar en lo deficiente que han sido durante las últimas décadas, en especial los servicios públicos de asistencia médica. Los hospitales venezolanos casi siempre sufren de desabastecimiento y carencia de insumos médicos, sin los cuales no pueden funcionar. El ente gubernamental que maneja y administra los dineros destinados a la salud pública es el Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (IVSS) y por lo tanto es el responsable de la calidad de los servicios prestados en los hospitales.

El sistema de transporte vertical dentro de un hospital como el Dr. Miguel Pérez Carreño es también su competencia y en este caso particular ha delegado su responsabilidad a una empresa contratista (Sistemas Caprelem C.A.) que se encarga de la operación y mantenimiento de los ascensores.

En un hospital, no hay nada más incomodo que compartir un viaje en el ascensor con camillas transportando pacientes, vehículos transportando basura, vehículos de carga transportando insumos, sillas de rueda, además de las muy comunes sobrecargas del ascensor que suceden cuando se sobrepasa la cantidad nominal de personas que confiablemente el ascensor es capaz de transportar. A pesar que esto último también ocurre con frecuencia en algunos edificios con otros usos, es notablemente molesto en este tipo de centro asistencial de uso publico ya que generalmente están presentes pacientes y personas que lógicamente buscan atención medica, a estas personas se les debe transportar con celeridad y comodidad en pro hasta de su pronta recuperación.

Al depender de la disposición de un ascensorista que maneje los controles de cada elevador, estamos comprometiendo la disponibilidad de ellos a la disponibilidad

de los ascensoristas, que además de ser personas que no han recibido instrucción sobre trato con público, tampoco están contratados en la cantidad que necesita el hospital. Es raro ver por lo menos dos de los siete ascensores del edificio central funcionando al mismo tiempo y en los periodo critico de flujo de personas se puede convertir en un verdadero hacinamiento. En la mayor parte del tiempo existen mas ascensores disponibles que en funcionamiento y esto se debe a que no existe disponibilidad del personal que los maneje.

Si bien es cierto que este trabajo se enmarca dentro de lo que podríamos denominar la elaboración de un cálculo determinado con la finalidad de responder una simple pregunta de interés para una edificación de uso publico, como es:

¿Puede el sistema de transporte vertical actual satisfacer la demanda requerida del servicio?

También es cierto que de este también se desprende la obtención de respuestas y soluciones a un problema crónico que se ha venido gestando desde hace varios años.

Todo estudio o análisis esta basado en una necesidad. En nuestro caso el problema es fácil de ver ya que es algo que afecta a todos por igual, sin embargo se hace dificil enfocar la atención en su causa primordial.

El mal estado en que encuentran las viejas instalaciones de los elevadores de pasajeros y de carga han generado el colapso desde hace ya bastante tiempo de los servicios de transporte vertical dentro del hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño”. En este centro asistencial de un total de 11 ascensores de pasajeros, están operativos solo 7 de ellos, pero diariamente se colocan en funcionamiento un máximo de 4 lo que además de resultar en una subutilización de las capacidades completas de transporte

del sistema, también resulta insuficiente e ineficiente a la hora de agilizar el flujo de tráfico vehicular y peatonal.

Por otro lado, los tres montacargas existentes en el hospital están **No Operativos** en su totalidad desde hace más de 10 años, provocando por lo tanto que no se pueda cumplir la premisa de separar los flujos de personas y de vehículos dentro de las instalaciones de la edificación. Tomando en cuenta que en centros de salud como los hospitales es imprescindible y casi obligatoria la separación de tráfico podemos estar seguros que esta técnica fue tomada en cuenta a la hora de elaborar los cálculos en el proyecto original y a la hora de diseñar el flujo de personas y vehículos por los pasillos del edificio. Por lo tanto es de esperarse que no existiendo hoy en día diferencia entre ascensor de carga y ascensor de pasajeros (para efectos de su uso), los tiempos de espera en el vestíbulo se hallan elevado en más de un 100% y que además el número de personas transportadas en un tiempo determinado se hallan reducido tanto que crea en el piso principal especialmente un congestionamiento evidente que resulta muy incomodo para todos.

En resumen, se esta en presencia de un problema, y este es que en la actualidad el hospital presenta un colapsado sistema de transporte vertical que no responde como debiera a las solicitudes de servicio que se hacen, presentando retrasos y aun mas importante incumpliendo las normas venezolanas vigentes para la fecha que en este caso es el Código Nacional para Ascensores de Pasajeros, Parte Tres: Trafico Vertical COVENIN 621-3

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General:

Realizar un estudio sobre la optimización del sistema de elevadores de un hospital por medio del estudio de tráfico vertical.

1.5.2 Objetivos Específicos:

1. Evaluar y clasificar el parque de elevadores existente en el hospital Dr. Miguel Pérez Carreño.
2. Analizar el sistema de elevadores del proyecto original en el hospital Dr. Miguel Pérez Carreño.
3. Estudiar los requerimientos actuales del sistema de elevadores en el hospital y la legislación venezolana vigente.
4. Calcular los parámetros del tráfico vertical para las condiciones actuales del hospital. Cálculo de población, patrones de tráfico, periodo crítico, intervalos de tiempo, etc.
5. Analizar los resultados arrojados por el estudio de tráfico vertical en comparación con la evaluación previa del parque existente.
6. Establecer una propuesta de Modernización del sistema de control que satisfaga las necesidades y requerimientos actuales en el hospital.
7. Establecer una propuesta de Modernización de los sistemas de seguridad que garantice la disminución de riesgos del ascensor.
8. Estudiar la factibilidad técnica y económica de la propuesta de Modernización.

1.6 ALCANCES

1. Comparar el proyecto original del sistema de transporte vertical con los requerimientos actuales que tiene el hospital, para que por medio del cálculo del tráfico vertical podamos saber que tan satisfactorio resulta el sistema instalado con respecto a si cubre o no la demanda del servicio.
2. Establecer por medio del tráfico vertical los nuevos parámetros como población, periodo crítico, intervalos de tiempo, patrones de tráfico, etc.
3. Obtener una propuesta de Modernización tanto de sistemas de seguridad como del sistema de control mediante la cual se cubran todas las necesidades del sistema de transporte vertical en las condiciones y con los requerimientos actuales con la que se puedan operar eficientemente las unidades de elevación. Lograr una automatización tal que permita a los ascensores operar sin la necesidad de una persona que accione los comandos de la cabina. Obtener un plan de correctivos necesarios a fin de reestablecer los servicios prestados por el sistema en su totalidad.

2.1 ASCENSORES

2.1.1 Definición

Es un sistema cuyo mecanismo de ascenso y descenso está equipado con un carro o plataforma que se mueve entre guías metálicas rígidas que se mueven en una dirección vertical. Se utiliza este sistema para el transporte de personas o cargas a través de los diferentes niveles de una edificación. [COVENIN 621-1, 1993]

2.1.2 Clasificación

2.1.2.1 Según su función:

1. *Ascensor de Pasajeros*: Es aquel cuya función principal es el transporte de pasajeros. [COVENIN 621-1, 1993]
2. *Ascensor de Carga*: Es aquel cuya función principal es el transporte de carga. [COVENIN 621-2, 1997]

2.1.2.2 Según su accionamiento:

1. *Ascensor Eléctrico*: Es aquel en el cual la energía es suministrada por un motor eléctrico acoplado directamente a una máquina de tracción. [COVENIN 621-1, 1993]. Los grupos tractores de los ascensores eléctricos están normalmente formados por un grupo motor, acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea acanalada que arrastra los cables por adherencia, o bien un tambor en el que se enrollan los cables, aunque este último sistema ya prácticamente no se

utiliza. Los motores eléctricos más utilizados son de corriente alterna, de una o dos velocidades y con variador de frecuencia, aunque también se utilizan los motores de corriente continua con convertidor continua-alterna. [OTIS, 1998]

2. *Ascensor Hidráulico*: Es aquel en el cual la energía es suministrada por medio de un embolo o pistón accionado por liquido a presión, de un cilindro. Están compuestos por una central hidráulica, cilindro, pistón, cabina y cuarto de máquinas. A diferencia del ascensor eléctrico, este tipo de elevador no incorpora contrapeso. [COVENIN 621-1, 1993]

2.1.2.3 Según su sistema de tracción:

1. *Ascensor de tracción a Tambor*: Es aquella en la cual los cables de tracción están fijados a un tambor ranurado sobre el cual se enrollan.
2. *Ascensor de tracción por Engranaje*: Es aquella que esta provista de un engranaje reductor entre el motor eléctrico y la polea de tracción. Siendo la corona y sinfín el más utilizado.
3. *Ascensor de tracción sin Engranaje*: Es aquella en la cual la polea de tracción se encuentra colocada directamente en el eje del motor eléctrico sin ningún mecanismo intermedio. [COVENIN 621-1]

2.1.2.4 Según su tipo de transmisión:

1. *Ascensores de Tracción Indirecta*: Se emplea una caja reductora. Utilizan un engranaje reductor para impulsar la polea motriz. Un motor de corriente alterna o continua de elevada velocidad angular esta acoplado a una caja reductora, corona – sinfín, que actúa sobre la polea de tracción consiguiéndose una velocidad reducida y un par elevado. Este tipo de sistema se utiliza para ascensores de carga variable y velocidades reducidas de 0.1 a 2.50 m/s.
2. *Ascensores de Tracción Directa*: para la tracción directa la máquina esta acoplada directamente a la polea de tracción sin empleo de una caja reductora. Este sistema se

emplea para ascensores de altas velocidad y recorrido, por encima de 2.50 m/s.
[MIZHANI]

2.2 MONTACARGAS

2.2.1 Definición

Mantiene los mismos principios generales del ascensor con la única variante en lo que respecta a la cabina, que no se encuentra específicamente preparada para el transporte de personas.

2.2.2 Clasificación

1. *Montacargas pequeño*: su cabina es inaccesible a las personas y se desplaza a lo largo de guías verticales o con inclinación máxima de 15°. Para cumplir con la condición de inaccesibilidad, las dimensiones de la cabina deben ser:

Superficie	1,00 m ² máx
Profundidad	1,00 m máx
Altura	1,20 m máx

2. *Montacargas grande*: es muy importante tener en cuenta no solo la carga a transportar sino también el equipo de carga y el tipo de vehículos de transporte de cargas utilizado.

2.3 PARTES CONSTITUTIVAS DEL ASCENSOR

2.3.1 Infraestructura

2.3.1.1 Pozo:

Es el espacio destinado al desplazamiento vertical de la cabina a través de los distintos niveles de la edificación que se extiende desde el piso del foso hasta el techo. En el recorrido del pozo se encuentran las puertas de acceso correspondiente a los diferentes pisos que permiten la entrada y salida de los pasajeros a la cabina. Incluye el foso y el espacio superior. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.1.2 Foso:

Es el espacio del pozo que se extiende desde la parada de nivel del primer piso inferior hasta el fondo en el cual se ubican los amortiguadores, poleas, cables de compensación, etc. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.1.3 Sala de Máquinas:

Es el espacio limitado por paredes, piso y techo donde se colocan los equipos, tanto eléctricos como mecánicos, necesarios para el funcionamiento del ascensor: grupos tractores, cuadro de maniobras, poleas, limitadores de velocidad, etc. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.2 Elementos funcionales

2.3.2.1 Cabina:

Es el elemento portante de la carga del ascensor y esta formado por dos elementos principales: un bastidor y una caja. Ver Anexo 10

El bastidor es un armazón que resiste todas las fuerzas que actúan sobre la cabina, a él se fijan los cables de suspensión y el mecanismo de paracaídas. El bastidor debe ser robusto y de acero, calculado para resistir cargas normales y las que puedan producirse al entrar en funcionamiento el paracaídas y quedar acunada bruscamente la cabina.

La caja fijada sobre el bastidor es el elemento portante de la carga, debe estar totalmente cerrada por paredes, piso y techo de superficie continua o llena salvo las aberturas de ventilación, debe estar constituido por materiales preferiblemente metálicos o por otros materiales de resistencia mecánica equivalente que sean incombustibles y que puedan conservar su resistencia mecánica en caso de incendio sin producir gases y humos. [MIZHANI]

2.3.2.2 Contrapeso:

Es el conjunto formado por el bastidor y el lastre destinado a balancear el peso propio del carro, más un porcentaje de la carga nominal comprendida entre un 40 % y 50 % de la misma. De esta forma se reduce considerablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, disminuyendo así la potencia necesaria para elevar la cabina. [MIRAVETE]. Ver Anexo 10.

Los contrapesos están constituidos por materiales de fundición o con bloques de hormigón unidos a un bastidor. [COVENIN 621-3, 1997]

2.3.2.3 Grupo Tractor o Máquinas:

Son los elementos que dan la fuerza necesaria para mover la cabina. Se dividen en los siguientes tipos:

1. *Máquina de corriente alterna de una velocidad:* son aquellas accionadas por un motor asincrónico de una velocidad trifásico. Este motor al ser puesto bajo la acción

de la línea de fuerza llega inmediatamente a su revolución de régimen, no es posible acelerarlo suavemente y tampoco detener el ascensor progresivamente. Al variar la carga transportada en la cabina varía el deslizamiento del freno del motor y el nivel al que se detiene la cabina es imprecisa, como consecuencia, para evitar mantener el desnivel de parada dentro de un margen aceptable, la carga y velocidad del ascensor deben limitarse.

2. *Máquina de corriente alterna de dos velocidades*: está constituida por un motor de doble bobinado de muchos polos para la velocidad reducida. El paso de velocidad de nivelación a alta velocidad durante el arranque y el proceso inverso es inmediato. Como consecuencia, para evitar arranques y detenciones que causen molestias a los pasajeros debe limitarse la diferencia entre la velocidad de nivelación y la de alta velocidad. Este tipo de máquina tiene mejor nivelación de la cabina con el piso de la parada que el de la máquina de corriente alterna de una velocidad.
3. *Máquina de corriente continua*: son accionadas por motores de corriente continua cuyo funcionamiento es regulado por intermedio de un grupo motor – generador. Al variar la intensidad del campo del generador, varía la tensión aplicada al inducido del motor y en consecuencia la velocidad y el par de la máquina elevadora. El motor – generador tiene por finalidad transformar la corriente alterna de la red en continua para la alimentación del motor de tracción. Con este tipo de motor no existe límite de valor práctico para la velocidad del ascensor permitiendo una regulación progresiva y suave en los procesos de arranque y detención. [MIZHANI]

2.3.2.4 Cables de Tracción:

Son aquellos formados por hilos de acero, entorchados alrededor de un alma vegetal lubricada o de acero, que vinculan el carro al contrapeso y le transmiten el movimiento de la polea. [COVENIN 621-1, 1993]. Las cabinas y contrapeso están suspendidos por estos cables de acero. Estos alambres en lugar de enrollarse todos entre sí, se enrollan en grupos formando cordones, que a su vez se enrollan sobre el alma de fibra vegetal ya mencionada, impregnada de una grasa, que asegura la lubricación del

cable por más tiempo. Las características que definen los cables de suspensión de los aparatos elevadores son: el material, la composición de los cordones y el arrollamiento de los cordones sobre el alma. El diámetro mínimo de los cables de suspensión debe ser de 8mm para los ascensores y el número de cables a emplear será como mínimo de tres con los ascensores de tracción. [MIZHANI]. Ver Anexo 10

2.3.2.5 Guías de Cabina y Contrapeso:

Son perfiles estructurales metálicos destinados a mantener el movimiento de la cabina y el contrapeso en una trayectoria vertical a lo largo del pozo y sirven de apoyo en caso de rotura de los cables de suspensión. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.2.6 Guiadores del Carro:

Son los elementos de deslizamiento del carro sobre sus guías. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.2.7 Tensores:

Son los elementos estructurales laterales en posición diagonal del bastidor del carro. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.2.8 Cuadro de Maniobra:

Es el sistema que controla el ciclo de operación del ascensor. Es el cerebro del ascensor, tiene como función procesar y controlar la información del mismo. La tecnología involucrada a dicho componente ha venido evolucionando desde grandes armarios con numerosos componentes electromecánicos hasta prácticos cajetines muy pequeños con una cantidad muy menor de elementos electrónicos. En la actualidad se utilizan sistemas de control modular para baterías de ascensores que se quieren accionar en grupo y donde cada ascensor tiene sus funciones distribuidas, básicamente en cuatro

subsistemas donde cada uno de ellos contiene en su “hardware” un microprocesador para administrar su funcionamiento. Ver Anexo 10

La utilización del sistema modular exime la necesidad de un controlador central para el grupo, obteniéndose una sofisticada administración de los ascensores, capaz de permitir su adaptación a las situaciones más diversas de tráfico.

Algunos módulos tienen estos cuatro subsistemas:

1. *Control de Operación*: formado por un avanzado software que controla:
 - Llamadas de planta y cabina.
 - Demanda de tráfico (despacho).
 - Informaciones emitidas por los señalizadores de planta y cabina.
2. *Comando de Movimiento*: éste se comunica con todos los otros, siendo responsable por el control de los movimientos de la cabina y aún por la verificación de los dispositivos de seguridad.
3. *Control de Puertas*: controla la operación de apertura y cierre de las puertas y dispositivos pesa – cargas.
4. *Alimentación y Freno*: controla el accionamiento del motor y del freno. 621-1, 6, Elevonic

2.3.2.9 Cable Viajero:

Es el conjunto de conductores que acompañan el carro en su desplazamiento y que sirve de unión eléctrica entre éste y el cuadro de maniobras. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.2.10 Mecanismo de Freno:

Se utiliza para detener la cabina con mayor exactitud de nivelación, debido a que la máquina tiende a girar por la inercia que existe en el contrapeso o cabina. El sistema consta de un tambor sobre el cual actúan dos zapatas empujadas fuertemente por resortes.

Las zapatas son separadas del tambor cuando se pone en tensión el electroimán que las acciona por lo tanto cuando no hay tensión el grupo tractor esta frenado de esta manera cualquier fallo en el suministro de energía eléctrica produce la parada del ascensor. [MIZHANI]

El par de frenado debe ser capaz de frenar de forma segura el ascensor con una carga equivalente al 125 % de la carga nominal y de bloquearlo después de la parada. [MIRAVETE]

2.3.2.11 Puertas de Pasillo:

Son las puertas que dan acceso a los usuarios en los diferentes pasillos de cada nivel de la edificación. [CAVIA, 2001]. Ver Anexo 10

2.3.2.12 Puertas de Cabina:

Se instalan en la cabina de los ascensores para que de esta manera los usuarios no tengan acceso a las paredes del recinto del pozo y se pueda aumentar la seguridad del servicio del tráfico. Las puertas de las cabinas son similares a las puertas de acceso de los pisos construyéndose de cinco tipos:

1. Puertas giratorias.
2. Puertas correderas
3. Puertas de guillotina
4. Puertas plegables
5. Puertas articuladas. [MIZHANI]

2.3.2.13 Operador de Puertas:

Es el conjunto de elementos electromecánicos destinados al accionamiento automático de la puerta. [COVENIN 621-1, 1993]

2.3.2.14 Breaker o Interruptor Principal:

Permite alimentar o cortar la corriente del ascensor. [CAVIA, 2001]

2.3.2.15 Botonera de Cabina:

Permite a los usuarios del ascensor dar la orden al cuadro de maniobras del destino deseado. [CAVIA, 2001]

2.3.2.16 Botonera de Piso:

Se encuentra en los diferentes pasillos de cada piso de la edificación al lado de las puertas de pasillo y permiten realizar la solicitud del servicio. [CAVIA, 2001]

2.3.2.17 Indicadores Internos de Posición:

Indican la posición del ascensor a las personas dentro de la cabina.

2.3.2.18 Indicadores Externos de Posición:

Indican la posición del ascensor a las personas que se encuentran en los diferentes pisos de la edificación.

2.3.3 Dispositivos de Seguridad

Son todos aquellos elementos mecánicos y eléctricos que actúan en caso de fallo de algún dispositivo y también contribuyen a la seguridad de funcionamiento del ascensor.

2.3.3.1 Limitador de Velocidad:

Es un mecanismo electromecánico generalmente ubicado en la sala de máquinas, destinado a accionar el paracaídas cuando la velocidad del carro o contrapeso exceda un porcentaje determinado la velocidad nominal en sentido descendente. Esta provisto de un cable de acero que recorre un circuito cerrado compuesto por dos poleas, la superior y la inferior o tensora ubicada en el foso del recinto. [COVENIN 621-1, 1993]

Mientras la cabina se desplaza a su velocidad nominal, el cable del limitador de velocidad se desplaza con ella, pero en cuanto por rotura de los cables de suspensión o por otra causa, la cabina comienza a descender con movimiento acelerado, al llegar a adquirir una velocidad prefijada, se bloquea la polea del limitador y con ella el cable, dando un tirón a la palanca del paracaídas al que va fijado. De esta forma queda accionado el mecanismo que presionará las zapatas sobre las guías y detendrá la cabina. Las velocidades para las que debe actuar el limitador de velocidad están fijadas en la Norma COVENIN 621-4. [MIRAVETE]

2.3.3.2 Paracaídas:

Es un dispositivo mecánico unido al bastidor de la cabina y/o contrapeso, de accionamiento automático e independiente, destinado a detener y sostener la cabina y/o contrapeso al sobrepasar éstos un porcentaje predeterminado de la velocidad nominal o en caso de rotura de un órgano de sustentación. Lo constituyen unas zapatas o mordazas que se adhieren o apoyan fuertemente a la guía de la cabina o del contrapeso, capaz de detenerlo a plena carga. Actúan en marcha descendente. [COVENIN 621-1, 1993]

Los paracaídas pueden ser: (a) de rotula o desequilibrio de cables. (b) de aceleración y parada instantánea o parada progresiva. El paracaídas de rotula o desequilibrio de cables es un mecanismo que se instala en el bastidor del contrapeso, capaz de detenerlo a plena carga, en su descenso, acuñado sobre guías, en el caso de

roturas, aflojamiento o desequilibrio de los cables de suspensión. Están contruidos por un juego de palancas que liga el amarre de los cables con las zapatas de acuñaamiento.

Los paracaídas de aceleración actúan cuando la cabina adquiere una velocidad superior a la normal, a partir de un porcentaje prefijado, cualquiera que sea la causa de la aceleración: rotura de los cables, rotura del grupo tractor o cualquier elemento de suspensión de la cabina. Se construyen de dos tipos:

1. *De Acción Instantánea*: el cable del limitador de velocidad hace tirar la timonera que acciona las zapatas, que se acercan y presionan y se agarran cada vez con más fuerza sobre la guía, hasta llegar a producir el acuñaamiento del bastidor de la cabina o del contrapeso.
2. *De Acción Progresiva*: los paracaídas de acción progresiva frenan a la cabina aplicando una fuerza de magnitud controlada sobre las zapatas de freno que actúan sobre las guías. [MIZHANI]

2.3.3.3 Amortiguadores:

Los amortiguadores son dispositivos mecánicos que permiten detener la cabina y el contrapeso lo más suave posible en caso de rebasar por cualquier causa la última parada en su descenso. Los amortiguadores se instalan en el fondo del pozo o pueden montarse en la parte inferior del bastidor de la cabina o del contrapeso.

Los amortiguadores pueden ser de tres tipos: hidráulicos, de resorte y elásticos. Los requerimientos y características de cada uno de ellos se encuentran fijados en la Norma COVENIN 621-4. [MIZHANI]

2.3.3.4 Dispositivos de Seguridad contra Aflojamiento de los Cables:

Es un dispositivo que actúa en caso de que por haber encontrado la cabina o el contrapeso algún obstáculo en su descenso y siga el grupo tractor en marcha, se produzca

el aflojamiento de los cables y abra el interruptor que corta la serie general de maniobras, deteniendo el grupo tractor inmediatamente. [MIZHANI]

2.3.3.5 Dispositivo de Parada de Emergencia:

Son dispositivos de seguridad que solo deben accionarse en caso de una emergencia. Los dispositivos de parada interrumpen una maniobra, cortan la alimentación del grupo tractor y activan el freno, a la velocidad de régimen del ascensor. Es posible que la cabina se detenga entre dos pisos fuera de la zona de desbloqueo de las cerraduras, por lo que los pasajeros quedarían atrapados en la cabina. Por esto se recomienda que el botón de parada de la cabina sea usado en casos excepcionales y con mucha prudencia. [MIZHANI]

2.3.3.6 Finales de Carrera:

Los finales de carrera son interruptores electromecánicos que se instalan en las guías de cabina y/o contrapeso, accionados por una palanca que cortan los circuitos de alimentación del motor y del freno cuando la cabina sobrepasa el nivel fijado de la última parada superior o inferior de su recorrido. [MIZHANI]

2.3.3.7 Guardamotor:

Son dispositivos eléctricos que actúan en caso que haya un sobrecalentamiento de la temperatura nominal de funcionamiento del motor, al igual que una alimentación de corriente o tensión superior a la estipulada. [MIZHANI]

2.3.3.8 Timbre de Alarma:

Los pasajeros de los ascensores deben tener en la cabina un dispositivo fácilmente identificable con el dibujo de una campana y el pulsador de color amarillo que permita pedir socorro en caso de alguna avería o cualquier otra emergencia. También suelen

instalarse teléfonos que permiten hablar con el conserje o persona que puede prestar auxilio a los pasajeros. La alimentación del dispositivo de alarma debe provenir de fuentes de energía distinta de la que se alimenta el motor y maniobra del ascensor generalmente de la línea de alumbrado de la escalera del edificio o de una fuente de energía de emergencia compuesta de una batería de carga continua, que puede ser de la luz de alumbrado de emergencia de la cabina. [MIZHANI]

2.3.3.9 Alumbrado de Emergencia:

La instalación de la luz de cabina de emergencia se realiza con una batería de carga constante, de esta manera, en caso de corte de suministro de energía eléctrica la cabina queda iluminada hasta que los pasajeros reciban ayuda.

2.4 TRÁFICO VERTICAL

2.4.1 Técnica del Elevatoring

Es un procedimiento para seleccionar el número apropiado, tamaño, tipo, velocidad y disposición de los ascensores a fin de satisfacer las demandas de tráfico en una edificación, previendo la calidad del servicio deseado. [STRAKOSCH, 1998]

Realizar un Elevatoring involucra un juicio cuidadoso al hacer suposiciones en cuanto a la población estimada que ocupara las plantas del edificio y sus patrones de tráfico. Por lo tanto, una de las principales partes en el elevatoring es la comprensión del flujo peatonal, de servicio y de materiales, los cuales deben ser considerados simultáneamente. El cálculo apropiado del comportamiento del sistema de transporte vertical traerá como resultado la óptima solución costo-efectividad. [STRAKOSCH, 1998]

Este procedimiento contempla tres pasos principales:

1. Primero, el flujo de tráfico en el edificio es estimado, el cual es analizado para determinar los periodos críticos en la demanda del servicio.
2. Luego los equipos elevadores son seleccionados para satisfacer la demanda de acuerdo a los estándares aceptables del tiempo de espera, Intervalo y Capacidad de transporte.
3. Finalmente, el comportamiento del sistema es analizado nuevamente para determinar si los equipos proveen la calidad de servicio requerida.

El elevatoring es un arte y una ciencia a la vez. Es una ciencia ya que está basado en un análisis estadístico de muchos edificios y flujos de tráfico, pero también es un arte ya que la selección final de los equipos se debe basar en el conocimiento del comportamiento humano. En algunos casoS los pocos ascensores o el alto costo de

inversión asociado por la solución matemática no satisfacen las necesidades de los usuarios.

Un buen proyecto de transporte es un acierto para los proyectistas, mientras que el edificio donde no se cubren las demandas de tráfico significa un descrédito para el ingeniero, arquitecto y dueños.

2.4.2 Análisis de Tráfico

2.4.2.1 Población:

En el análisis del tráfico en un edificio la población es un factor fundamental. La población puede ser estimada de las siguientes maneras:

1. Consultando al arquitecto o empresa proyectista.
2. Por similitud con otras edificaciones.
3. Utilizando el factor de ocupación impuesto por las Normas.
4. De acuerdo con el área efectiva de uso.

Esta última forma de calcular la población involucra los siguientes pasos:

- Determinar los metros cuadrados (m^2) totales de cada piso ocupado. No se deben incluir depósitos y talleres.
- Calcular el área efectiva de uso por piso. No se deben incluir espacios de closets, baños, pasillos, ascensores y escaleras. Usualmente el área efectiva está entre 75 y 85 % del área calculada en el paso (1).
- La densidad de población del área de uso real varía con el tipo y uso de cada edificio en particular. Un edificio puede ser construido sobre las bases de una densidad de población entre 11.6 y 13.9 m^2 (125 y 150 ft^2) por persona.

- Para determinar la población por piso, se divide el área efectiva de uso calculada en el paso (2) por la densidad de población asumida en el paso anterior.
- Finalmente la población total del edificio viene dada por la suma total de la población de cada piso. [OTIS, 1998]

En cuanto a los factores de ocupación recomendados por los diferentes autores y/o dictados por las diferentes normas se puede decir que estos valores han venido alterándose al pasar de los años, sobre todo en Hospitales en vista de que el personal que labora en los centros asistenciales aumenta más rápidamente que la capacidad de pacientes, o lo que es lo mismo, ha aumentado la cantidad de personal en general para un solo paciente. El número de camas disponibles o máximo de hospitalización ha venido siendo el valor más utilizado a la hora de normalizar el factor de ocupación en centros asistenciales.

En la actualidad, y para nuestro país, el “Código Nacional para Ascensores de Pasajeros Parte 3: Tráfico Vertical” o norma COVENIN 621-3, estima que es suficiente asumir un valor de 5 personas por cama a la hora de calcular la Población Total Estimada para un Hospital.

2.4.2.2 Patrones de Tráfico:

Una vez que la población total del edificio es conocida o ha sido estimada, el flujo de tráfico es analizado para determinar el periodo crítico, es decir, la porción del día en el cual ocurre la mayor demanda del sistema de transporte vertical. Existen tres principales patrones de tráfico de interés en el análisis:

- Horas Pico de Subida.
- Horas Pico de Bajada.
- Bidireccional.

Adicionalmente dos patrones de tráfico pueden ser significativos cuando son superpuestos sobre los anteriores:

1. Tráfico entre pisos.
2. Tráfico opuesto.

2.4.2.3 Horas Pico de Subida:

Es el periodo en que se registra mayor movimiento de entrada en los edificios, con flujo permanente en los viajes de subida. Se asume que, prácticamente nadie sale del edificio en ese horario. Por ejemplo: Inicio de la jornada laboral en los edificios de oficina. [OTIS, 1998]

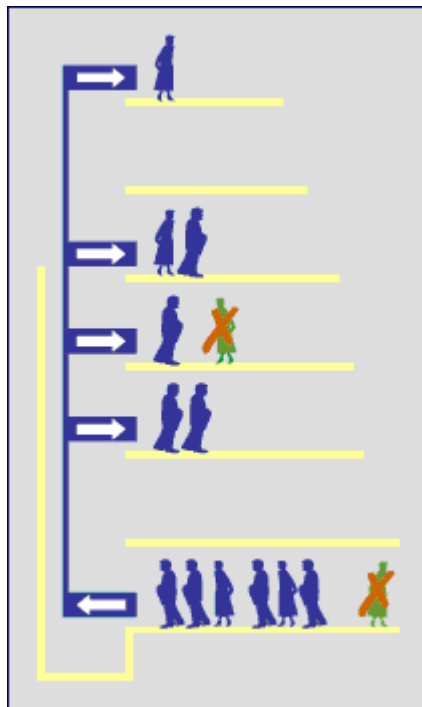


Figura 4. Esquema del comportamiento del tráfico en horas pico de subida. [OTIS, 1998]

El tráfico se intensifica si el edificio está cercanamente servido por una parada de autobús o transporte subterráneo, ya que un gran número de pasajeros llega a la planta

principal al mismo tiempo. La intensidad del tráfico se hace menor si las personas arriban a sus trabajos en vehículos propios, o también se ve reducido cuando el edificio es de entidades diversas y cada empresa pone una hora de entrada distinta. Si en cambio, el edificio es de una sola entidad, un método aplicable para reducir esta demanda de entrada es instituir horarios flexibles de entrada a la jornada de trabajo, donde el empleado puede escoger su hora de inicio de trabajo en un intervalo de una o dos horas. [OTIS, 1998]

Las horas de pico de subida pueden variar de acuerdo al tipo de edificación. En un conjunto residencial, el pico de entrada ocurre si la hora de llegada del trabajo coincide para todos los habitantes. En un hotel se puede presentar este patrón de tráfico si un gran número de personas arriban al mismo tiempo a una convención o seminario en un piso alto del edificio. Esta condición puede ser reducida si el salón de reunión es localizado en un piso bajo, de manera que las personas puedan subir usando las escaleras. En un hospital puede ocurrir a la hora de cambios de guardia de trabajo o en las horas de visita, una forma de atenuar esta intensidad de tráfico es planificar distintas horas de visita por piso. [OTIS, 1998]

La ABNTA (Asociación Brasileira de Normas Técnicas) considera este tipo de flujo como parámetro para el cálculo de tráfico en edificios. [OTIS, 1998]

2.4.2.4 Horas Pico de Bajada:

Es el periodo en que se registra mayor movimiento de salida en los edificios, con flujo permanente en los viajes de bajada. Se asume que, prácticamente nadie entra en el edificio en ese horario.

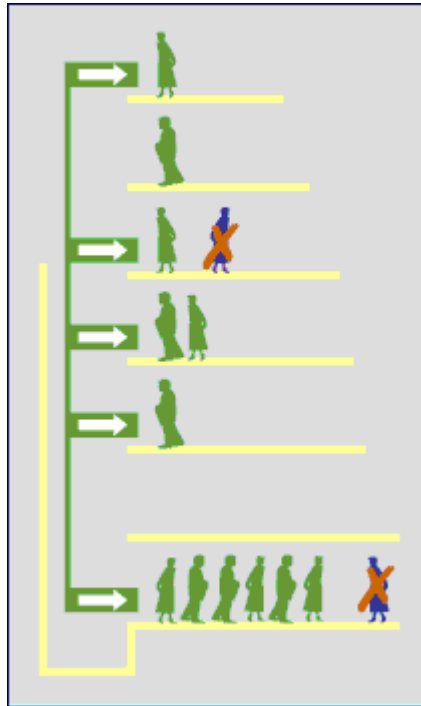


Figura 5. Esquema del comportamiento del tráfico en horas pico de bajada. [OTIS, 1998]

Un ejemplo de este patrón es el fin de la jornada laboral de trabajo en edificios de oficinas. En general, un edificio que posea un sistema de transporte vertical capaz de despachar el tráfico en las horas pico de subida será capaz de manejar el de bajada, ya que este último es menos intenso en la mayoría de los casos. [OTIS, 1998]

2.4.2.5 Tráfico Bidireccional:

Es el flujo de pasajeros en ambos sentidos, tanto de subida como de bajada, en un edificio (ver figura 6). Ocurre frecuentemente en el horario de almuerzo de edificios de oficinas, cuando algunas personas salen a almorzar mientras otras regresan de comer a sus oficinas. También ocurre en hospitales con libre horario para las visitas donde haya libre circulación del público interno y externo. [OTIS, 1998]

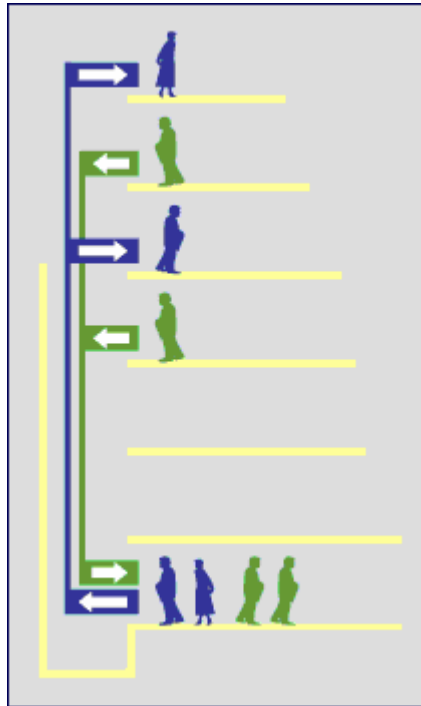


Figura 6. Esquema del comportamiento del tráfico bidireccional. [OTIS, 1998]

Este patrón de tráfico puede verse intensificado en un edificio de oficinas de entidad única con un restaurante, por ejemplo, ubicado en el último piso. Cuando una parte de los empleados almuerza en este lugar se caracteriza el movimiento intenso de subida, y cuando otra parte lo hace fuera, se caracteriza el movimiento intenso de bajada. También ocurre cuando la capacidad de los ascensores no es suficiente, sea por deficiencias del proyecto o por cambios en la utilización del edificio. [OTIS, 1998]

2.4.2.6 Tráfico entre Pisos:

Es el movimiento de pasajeros entre pisos, sin abandonar el edificio, tal como se observa en la figura 7. Es el más común en edificios de entidades únicas como consecuencia de la circulación de los empleados de un piso a otro. Los viajes típicos entre pisos involucran viajar al cuarto de correspondencia, departamento de

computación, central telefónica, etc. También ocurre en hospitales y escuelas. [OTIS, 1998]

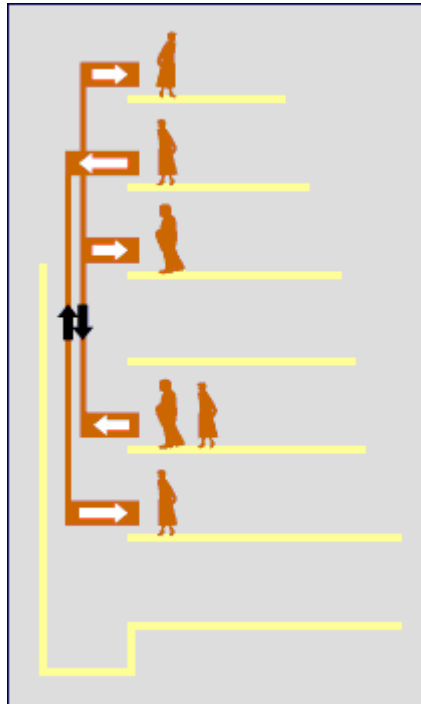


Figura 7. Esquema del comportamiento del tráfico entre pisos. [OTIS, 1998]

Este tipo de tráfico ocurre a cualquier hora del día y tiene particular relevancia durante las horas pico de subida y bajada. Durante las horas pico de subida, por ejemplo, atender el tráfico entre pisos retrasa el regreso del ascensor a la planta principal, a fin de satisfacer la demanda del tráfico predominante.

2.4.2.7 Tráfico Opuesto:

Es aquel tráfico que se mueve a través de la planta principal del edificio en una dirección opuesta al flujo principal, este comportamiento de tráfico se muestra en la figura 8. Por ejemplo, personas saliendo de un edificio durante las horas pico de subida o, por el contrario, personas entrando al edificio durante las horas pico de bajada.

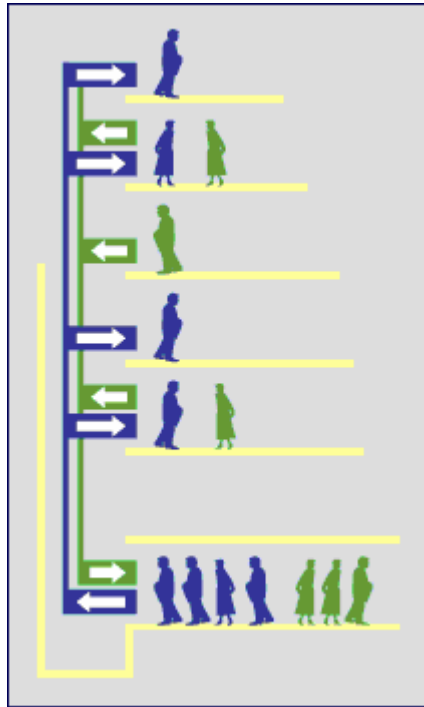


Figura 8. Esquema del comportamiento del tráfico opuesto. [OTIS, 1998]

Este patrón fue insignificante durante los inicios del elevating, pero ha adquirido importancia en los años recientes. [OTIS, 1998]

2.4.2.8 Periodo Crítico:

Todos los edificios poseen un periodo crítico en el tráfico, el cual se puede definir como el periodo de 5 minutos en el cual ocurre la mayor demanda del servicio de transporte vertical cada día. Como se puede apreciar en la figura 9 Se pueden representar los picos de subida y de bajada en un solo grafico.

En un edificio de oficinas por ejemplo, este periodo ocurre usualmente durante las horas pico de subida, un poco antes del inicio de la jornada de trabajo. Como se observa en la figura 9 El periodo crítico de subida de personas de este

edificio ocurre en las horas de visita casi exclusivamente y las de bajada al terminar estas horas de visita. El tráfico de vehículos es independiente y tiene varios picos de subida y varios de bajada más o menos de la misma magnitud.

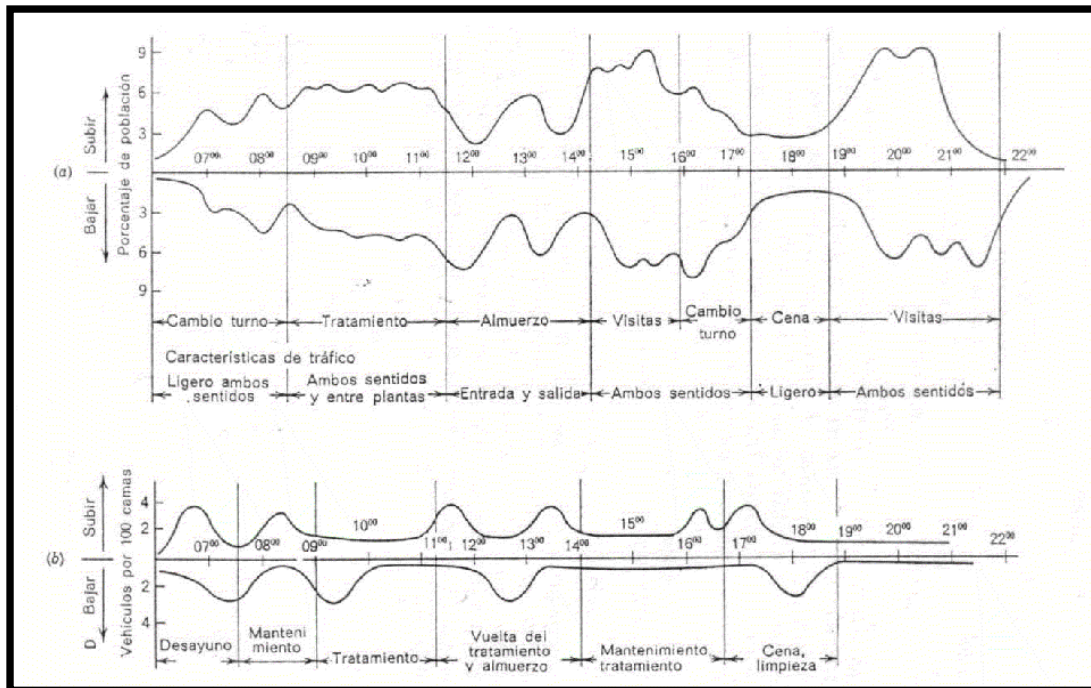


Figura 9. Flujo de tráfico en hospitales (medido en vestíbulo). (a) Tráfico de personas; (b) Tráfico de vehículos. [STRAKOSCH, 1998]

El proyecto del sistema de transporte vertical en un edificio es realizado para cubrir la demanda en el periodo crítico. De esta manera se garantiza un servicio satisfactorio para el resto del día. [OTIS, 1998]

2.4.2.9 Tiempo Total de Viaje:

El tiempo total de viaje corresponde al tiempo invertido en un viaje completo incluyendo el tiempo adicional, medido a partir del momento en que los pasajeros comienzan a entrar en la cabina del ascensor en el piso principal, hasta el instante en

que la cabina, después de completar el trayecto de ida y vuelta, esta lista para iniciar otro viaje. [COVENIN 621-3, 1997]. Ver figura 10

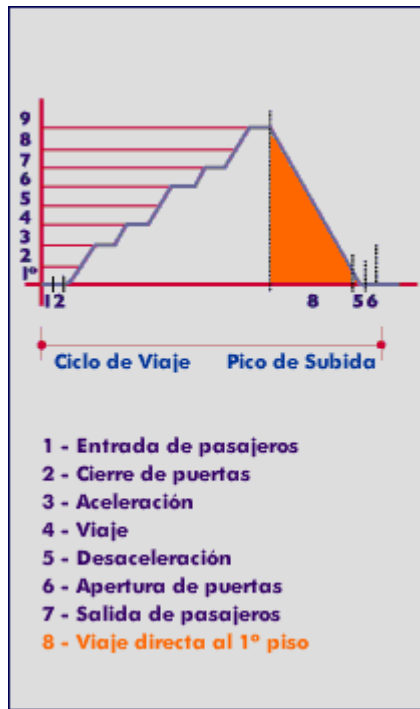


Figura 10. Tiempo Total de Viaje. [OTIS, 1998]

El tiempo total de viaje es directamente proporcional al número de paradas realizadas por el ascensor en los pisos superiores, ya que el tiempo invertido en cada parada es significativo (ver figura 11). Las paradas realizadas son función del número de pasajeros que abordan el ascensor y el número de pisos servidos sobre la planta principal. Mientras estos sean mayores, mayor será la posibilidad de paradas. [OTIS, 1998]



Figura 11. Tiempo invertido por parada. [OTIS, 1998]

Otros factores importantes que se deben considerar son el efecto del tráfico entre pisos y el tráfico opuesto sobre el tiempo total de viaje. Estos patrones de tráfico incrementan el tiempo total de viaje.

El tráfico entre pisos añade paradas en las direcciones de subida y bajada, por lo que aumentan el tiempo de transferencia de pasajeros (tiempo necesario para que los pasajeros puedan entrar o salir del ascensor) así como el tiempo total de viaje. De igual forma el tráfico opuesto añade paradas e incrementa el tiempo de transferencia en la planta principal, cuando los pasajeros del tráfico opuesto intentan salir o entrar a la cabina.

Los pasajeros del tráfico entre pisos tienen un mayor impacto sobre el tiempo total de viaje que los pasajeros del tráfico opuesto. Un pasajero del tráfico entre pisos requiere una parada para abordar el ascensor y otra para llegar a su destino, mientras

que un pasajero del tráfico opuesto siempre hace una parada coincidente al tráfico predominante. Normalmente el periodo crítico es usado para medir el tiempo total de viaje por ser la condición más crítica del tráfico. No es muy común que el periodo crítico del mediodía y de la tarde sobrepase la criticidad del de la mañana.

2.4.2.10 Capacidad de Transporte:

Es medida por la capacidad de un ascensor o grupo de ascensores en transportar determinado porcentaje de ocupantes de un edificio en un lapso de 5 minutos. [COVENIN 621-3, 1997]

Número de pasajeros que un ascensor o grupo de ellos puede transportar en un periodo de 5 minutos y que usualmente se expresa como un porcentaje de la población a servir y viene expresada por la fórmula:

$$C = \frac{300 \times P_v \times Z \times 100}{TTV \times B} \dots\dots\dots(1)$$

Donde: C: Capacidad de transporte.

Pv: Personas despachadas por viaje.

Z: Número de ascensores del grupo.

TTV: Tiempo Total de Viaje.

B: Población Total Estimada para el ascensor o grupo de ascensores. [OTIS, 1998]

2.4.2.11 Intervalo Probable:

Es el tiempo transcurrido entre el arranque consecutivo de cabinas, medidos desde la planta principal y al momento pico de tráfico ascendente. Se determina mediante la fórmula:

$$I = \frac{TTV}{Z} \dots\dots\dots(2)$$

Donde TTV: Tiempo Total de Viaje

Z: Número de Ascensores del grupo. [COVENIN 621-3, 1997]

Estos conceptos pueden ser ilustrados a través de la siguiente figura:



Figura 12. Requerimientos del sistema. [OTIS, 1998]

Para cada tipo de edificio es adoptada una capacidad de transporte e intervalo probable, los cuales varían de acuerdo con la mayor o menor densidad de población presente, el flujo externo del público y la ubicación del edificio en la ciudad, sujeto o no a zonas de influencia de los sistemas de transporte público.

Independientemente de la ubicación del edificio en la ciudad, como regla general, la ABNT – NBR 5665 (Norma Brasileira) adopta las siguientes Capacidades de transporte:

Apartamentos	10 %
Oficinas de entidades diversas	12 %
Oficinas de entidad única	15 %
Hoteles	10 %

Pero por otro lado, de acuerdo con la norma COVENIN 621-3 son adoptados los siguientes requerimientos:

Tipos de Edificios	Uso	Factor de Ocupación	C (%)	I (seg)
Viviendas	Residencial Paradas Continuas	1,75 pers/hab	6,5	95
Multifamiliares	Residencial Paradas Alternas			137
Oficinas y Comercios	Única Empresa	8m2/pers	16	40
	Varias Empresas	8m2/pers	13	40
Oficinas Publicas	Dependencia del Gobierno	8m2/pers	18	35
Hoteles		2 pers/hab	12	40
Hospitales		5 pers/cama	12	40
Clínicas		4 pers/cama	12	40

Tabla 1. C (%) y I (s). [COVENIN 621-3, 1997]

2.4.2.12 Calidad del Servicio:

Es un término de cuantificación compleja, ya que depende fundamentalmente de la percepción individual que tenga el pasajero del servicio elevador. Sin embargo,

estudios de campo demuestran que los pasajeros valoran la calidad del servicio de acuerdo a los siguientes factores:

1. *Tiempo de Espera*: es el tiempo que un pasajero tiene que esperar desde el registro de llamada del ascensor hasta la llegada del mismo. Generalmente los pasajeros consideran de 20 a 25 segundos como un tiempo de espera razonable. El promedio del tiempo de espera es aproximadamente la mitad del intervalo.
2. *Tiempo de servicio del sistema*: es el tiempo ocurrido entre el registro de llamada desde el pasillo y la llegada del pasajero a su punto de destino. Normalmente las personas en un edificio de oficinas diversas aceptan un tiempo de servicio máximo de aproximadamente 150 segundos. En un edificio de oficinas de una sola entidad, con un grupo de ascensores donde una persona puede viajar al piso más bajo sin viajar de un grupo de ascensores a otro, 180 segundos es un tiempo de servicio generalmente aceptable.

La capacidad de transporte y la calidad del servicio son interdependientes, ya que ambos están relacionados con el tiempo total de viaje de cada ascensor. Si el tiempo total de viaje pudiera acortarse lo suficiente, tanto la capacidad de transporte como la calidad del servicio serán satisfactorias.

2.4.2.13 Selección y disposición de los Ascensores:

El ahorro de tiempo en el funcionamiento de los ascensores es fundamental. Cada segundo ahorrado en cada operación representa, después de algunos viajes, una acentuada mejoría en el funcionamiento de la instalación. La adecuada selección en la disposición de los ascensores significa una importante forma de ahorro, ya que los siguientes factores son relevantes en ello: [OTIS, 1998]

1. Puertas y formatos de cabina adecuados

2. Apertura de puertas suficientemente dimensionada.
3. Tipos de puerta adecuada.
4. Disposición funcional del grupo de ascensores.

En cuanto a la selección:

1. *Tamaño de la cabina*: la superficie útil, es decir, el área sobre la cual son abordados los pasajeros en el ascensor, debe ser lo suficiente para acomodarlos sin que estos queden apretados y puedan tener acceso rápido a las puertas del mismo. La carga nominal, la superficie de la cabina y el número de pasajeros son factores independientes, descritos en la tabla No 2, que determinan el tamaño de la cabina. Una persona promedio requiere alrededor de 0.28 m² de la superficie total de la cabina. [STRAKOSCH, 1998] Cabinas con formas alargadas y frentes estrechos o excesivamente anchas, dificultan la entrada y salida de pasajeros, sobre todo cuando aquellos que se ubican en el fondo de la cabina son los primeros en desembarcar, resultando esto en un incremento del tiempo total de viaje. [OTIS, 1998]

Carga Nominal (Kg.)	Superficie Útil de la Cabina		Número Máximo de pasajeros
	Mínimo	Máximo	
400	1,12	1,18	5
630	1,63	1,71	8
800	2,11	2,22	10
1000	2,5	2,63	13
1250	3,04	3,2	16
1600	3,65	3,84	21
2000	4,37	4,6	26
2500	5,24	5,51	33

Tabla 2. Carga Nominal, Superficie Útil de la Cabina y Número Máximo de Pasajeros

2. *Puertas y entradas*: el ancho de la entrada es un factor de gran importancia para el buen rendimiento del sistema. Las puertas con entrada libre de 1100 mm permiten el pasaje simultáneo de dos personas, mientras que aquellas con entradas de 800 mm permiten el paso de solo una persona a la vez (ver figura 13). Entradas mayores a 800 mm y menores que 1100 mm permiten igualmente el paso de una sola persona. Por lo tanto, no hay ventaja alguna en adoptar medidas intermedias o superiores a 1100 mm. [OTIS, 1998]

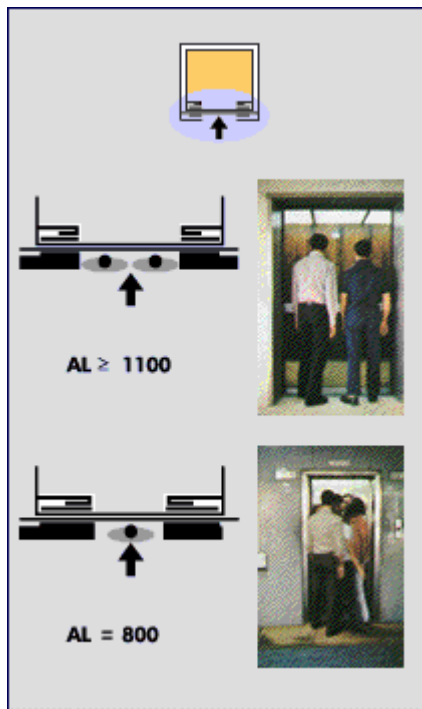


Figura 13. Diferencia de longitudes de entrada en función del paso peatonal. [OTIS, 1998]

Para obtener el máximo rendimiento de los ascensores, es fundamental que la selección del tipo de puertas se haga de acuerdo con las necesidades y características del edificio. Las puertas de apertura central son las más eficientes para el servicio general de pasajeros. La operación de cierre y apertura es más rápida ya que cada panel de la puerta necesita viajar solo la mitad del ancho de la entrada. Además, aquellos pasajeros que se encuentran cerca del centro de la puerta pueden empezar a

salir tan pronto las puertas comiencen a abrirse. Con otro tipo de puertas los pasajeros tienden a no dar un paso hasta que las puertas estén totalmente abiertas, por lo que el tiempo invertido para la entrada y salida de los pasajeros es mayor, aumentando a su vez el tiempo total de viaje. [STRAKOSCH, 1998]

La figura 14 Muestra la diferencia entre dos tipos de puertas, de apertura central y de apertura lateral, ambas de tipo corrediza y funcionamiento automático. Considerando un determinado operador de puerta, los valores 3,2 y 4,6 segundos corresponden al tiempo gastado en la operación de apertura de cada tipo de puerta. Tomando como ejemplo un viaje con 15 paradas probables, se observa que las puertas con apertura central gastan 48 segundos mientras que las de apertura lateral, 69 segundos. Por lo tanto, se observa una ventaja de 21 segundos ahorrados en las primeras.

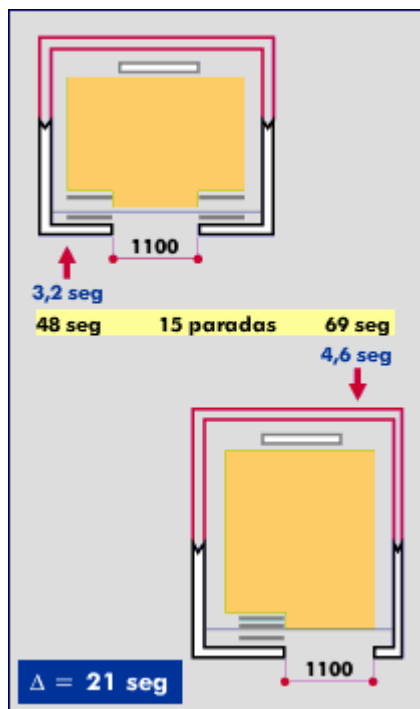


Figura 14. Comparación entre dos tipos de puertas: apertura central y apertura lateral. [OTIS, 1998]

Considerando que el tiempo total de viaje para el ejemplo dado estaría en el orden de 200 segundos, la simple selección del tipo de puerta puede aumentar el rendimiento de la instalación en aproximadamente 10 %. [OTIS, 1998]

3. *Velocidad*: la velocidad de la cabina es función del tipo de edificio y número de pisos servidos por el ascensor. Se recomiendan los siguientes valores:

Pisos	Residencias	Hoteles	Hospitales	Museos
2 a 6	45.7	45.7	61 a 122	122
6 a 12	61	91.4	122 a 500	152
12 a 20	122	122 a 152	213.4	213.4
20 a 25	152	515200	243.8	
25 a 30	213.4	213.4	304.8	

Tabla 3. Velocidades de cabina recomendadas (mts/min). [STRAKOSCH, 1998]

4. *Número de Ascensores*: existen algunos métodos que pueden ser usados para estimar el número de ascensores requeridos en los diferentes tipos de edificios. Se ha observado que un elevador promedio es capaz de servir 3250 m² del área efectiva de uso en un edificio de oficinas. Calculando el área efectiva de uso (75 a 85 % del área total) y dividiendo el resultado por 3250 se determina el número de ascensores requeridos.

Otro método similar se basa en la densidad de población. Se ha encontrado que en edificios de oficinas un ascensor puede servir 275 personas aproximadamente. Una vez determinada el área efectiva, se divide por 11.6 (asumiendo una densidad por persona de 11.6 m²) para determinar la población, entonces este resultado es dividido por 275, obteniéndose finalmente el número de ascensores necesarios. [OTIS, 1998]

5. *División de Ascensores en Grupos (zona local y zona expresa)*: siempre que el número de ascensores requeridos para un edificio sea mayor que 8 se debe

considerar la división de los ascensores en dos o más grupos, un grupo para los pisos más bajos (servicio de zona local) y otro grupo para los pisos superiores (servicio de zona expresa). Cada grupo de ascensores debe ser programado para que todos sirvan todos los pisos cubiertos por el grupo. Si uno de los ascensores del grupo sirve menos o más pisos que el resto, entonces algunos pisos estarán en desventaja en cuanto al servicio. Se requiere separar las botoneras de piso de manera que cada grupo reciba independientemente las llamadas para el servicio. De otra manera se efectuaran falsas llamadas, provocando paradas innecesarias y reduciendo así la eficiencia del grupo entero.

Cada serie de pisos debe ser servida por un grupo de ascensores. Sin embargo, hay una excepción a esta regla: dos grupos de ascensores pueden ser usados para servir a la misma población de un piso en un gran edificio, si el tráfico entrante esta uniformemente dividido en dos entradas. Cada grupo debe entonces ser diseñado para manejar el 60 % de la población esperada de la serie de pisos servidos. [OTIS, 1998]

En cuanto a la disposición:

Los ascensores deben estar localizados centralmente y ser fácilmente accesibles. Todas las entradas deben conducir a los nodos de transporte vertical, los cuales deben estar cerca de las entradas principales del edificio. Si una parada de autobús o de transporte subterráneo está cerca de una de las entradas del edificio es razonable esperar una porción significativa de pasajeros en esa dirección.

Al localizar los ascensores en el centro geométrico de la población de cada piso se permite un acceso equidistante al grupo de ascensores. Por el contrario, localizar los ascensores en un extremo del edificio pone en desventaja desde el punto

de vista del tráfico al otro extremo, ya que añade un considerable tiempo extra al recorrer una distancia mayor para utilizar el servicio de ascensores.

Cuando la distancia de los extremos al centro es muy larga, y se estima que la población entrante esta balanceada en las dos entradas, se proponen dos nodos de transporte vertical, una a cada extremo del edificio. Esto puede resultar muy practico, sin embargo, una capacidad de transporte adicional debe ser provista en cada nodo ya que un desbalance en el tráfico es totalmente impredecible. Por ejemplo, si se construye una cafetería o un centro comercial contra una de las entradas, la naturaleza del tráfico puede cambiar totalmente causando una sobrecarga sobre uno de los nodos.

La experiencia muestra que la distancia recorrida desde un ascensor hasta la oficina más lejana no debe exceder 60 mts, con preferencia de 45 mts.

Por ejemplo, en un edificio de 90 m de largo, los ascensores deben ser colocados en el punto central. Edificio en forma de X, Y o T poseen un punto central natural, por lo que los ascensores deberían ser colocados allí.

Si un edificio requiere más de un ascensor, entonces los ascensor deben ser colocados en grupos. Elevadores individuales colocados en diferentes partes de un edificio presentan serias desventajas y son generalmente insatisfactorios, si un pasajero por ejemplo no logra tomar el ascensor, entonces debe esperar por el retorno del mismo un periodo basado en el tiempo total de viaje.

Con dos o más ascensores en grupo, la reducción en el tiempo de espera es proporcional al promedio del tiempo total de viaje dividido por el número de ascensores del grupo. Todos los ascensores de un grupo deben servir los mismos

pisos. El arreglo de los ascensores en grupo debe ir en concordancia con el uso. [STRAKOSCH, 1998]

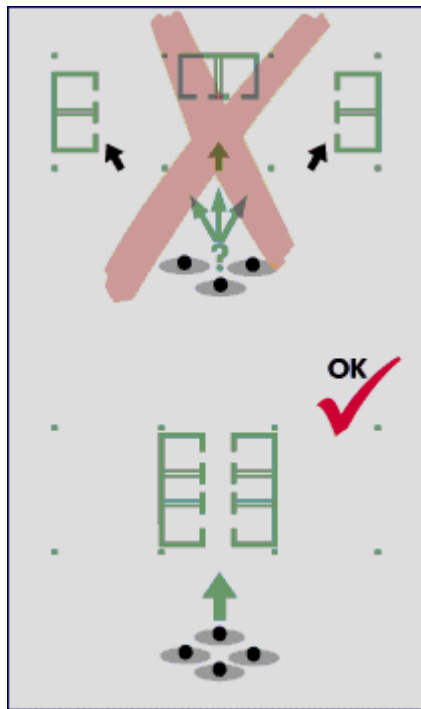


Figura 15. Arreglo Recomendable y No Recomendable. [OTIS, 1998]

Ascensores destinados al mismo uso deben estar agrupados en el mismo pasillo para que pueda obtenerse un rendimiento máximo, jamás pueden ser subdivididos. Como regla general, los ascensores deben ser agrupados de forma que sea minimizada la distancia recorrida entre ellos. Se recomienda como máximo tres ascensores dispuestos en línea y 4 admitidos excepcionalmente. A partir de 4 ascensores se recomienda la disposición en alcoba, es decir, dispuestos frente a frente en un pasillo común y adecuadamente dimensionado, conforme al número y capacidad de los mismos. [OTIS, 1998]

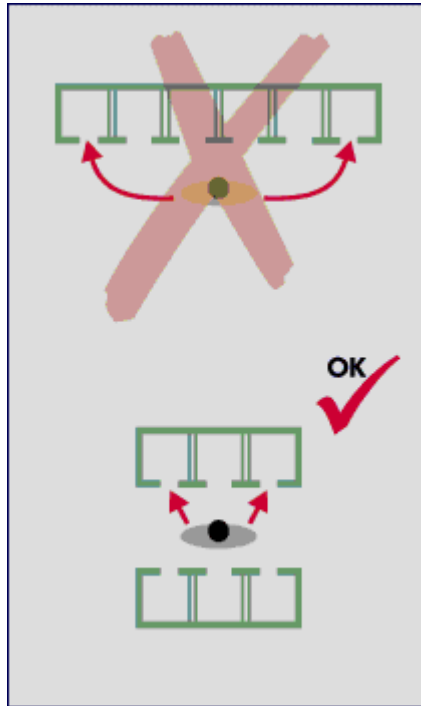


Figura 16. Correcta e Incorrecta disposición de un arreglo de 6 ascensores. [OTIS, 1998]

La disposición de un grupo de 6 ascensores en línea no es conveniente al tráfico. Para compensar la distancia que el pasajero tiene que recorrer delante de los ascensores, es necesario los tiempos de puerta abierta para normalizar entradas y salidas. Como consecuencia, el tiempo total de viaje es afectado, perjudicando la calidad de transporte y la calidad de servicio. [OTIS, 1998]

Ascensores destinados a diferentes usos, con comandos distintos e independientes, no deben ser instalados en el mismo pasillo, de tal manera que evite la llamada de todos al mismo tiempo. En el ejemplo del hospital que se ilustra en la figura 17, una persona puede llamar a los 7 ascensores cuando solo necesita de uno de ellos. En este caso, 6 ascensores harán viajes innecesarios y, como consecuencia, el tiempo de espera de los pasajeros en otros pisos será aumentado inútilmente.

Además, al llamar los 7 ascensores, esta persona podrá utilizar el ascensor destinado a servicios específicos (emergencia, dieta, morgue, etc.). [OTIS, 1998]



Figura 17. Mala disposición de ascensores de distintos usos. [OTIS, 1998]

Los ascensores deben ser agrupados de manera lógica, de acuerdo con la finalidad a que se destinan.

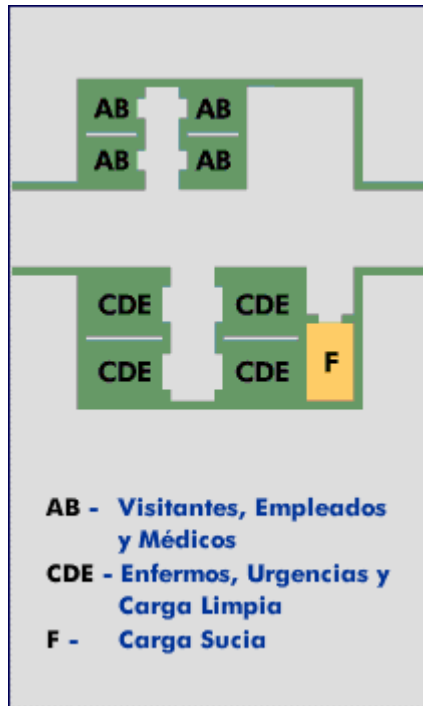


Figura 18. Ejemplo de arreglos lógicos de ascensores. [OTIS, 1998]

Todo transporte vertical se vuelve más dinámico cuando son adoptadas circulaciones independientes. [OTIS, 1998]

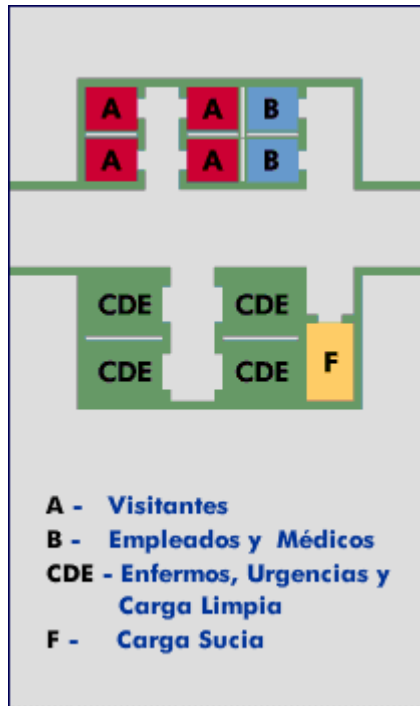


Figura 19. Modelo de Circulación Independiente. [OTIS, 1998]

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los ascensores deben ser agrupados en pasillos propios por tipo de servicio, dispuestos en línea hasta tres unidades. Se recomienda que los pasillos se destinen exclusivamente a pasajeros, evitando que la circulación del público influya en su flujo normal de entrada y salida.

Para grupos de hasta 6 ascensores, los pasillos podrán tener solo un acceso. Sin embargo, en casos de 8 ascensores, debido a la necesidad de una mayor área de circulación para los pasajeros, se hacen fundamentales dos accesos.

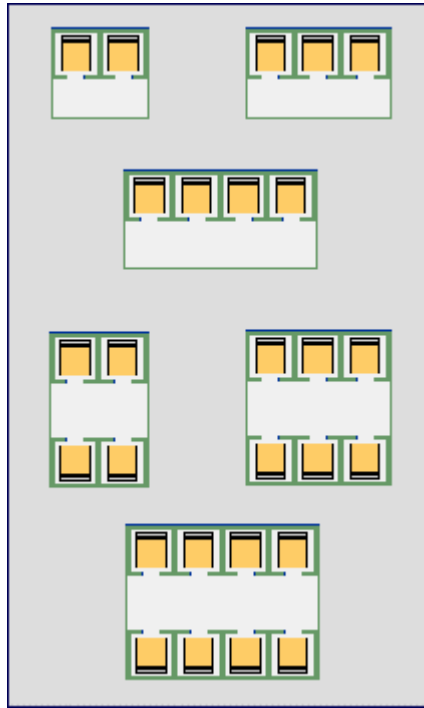


Figura 20. Disposición Recomendada para grupos de ascensores. [OTIS, 1998]

2.5 ASCENSORES PARA EDIFICIOS INSTITUCIONALES

2.5.1 Definición

Edificios institucionales son aquellos en los que las personas reciben un tratamiento o servicio particulares. Son normalmente de carácter público y están diseñados para cumplir una función específica. Esta función influye en el tráfico vertical que suele consistir en una combinación entre los traslados de la plantilla y los visitantes, como en un hospital o tráfico preponderante de visitantes como en un museo o en una exposición.

Los principales tipos de edificios institucionales son: Hospitales, especializados o no, sanatorios, colegios, tribunales, museos, estadios, exposiciones, torres de vista panorámica y prisiones. A veces se encuentran combinaciones de varios tipos como, por ejemplo, un edificio de oficina estatal con un tribunal. En tales casos el sistema de transporte vertical ha de ser capaz de despachar el tráfico combinado de ambos. [STRAKOSCH, 1998]

Los modernos edificios institucionales suelen tener amplios estacionamientos que también tienen que ser atendidos. Es posible que áreas residenciales, como viviendas de empleados en plantas superiores de un hospital, se incorporen algún día al servicio general y el impacto de tales áreas sobre el tráfico vertical ha de determinarse y compensarse. [STRAKOSCH, 1998]

Establecimientos existentes, especialmente hospitales, tienen que ampliarse a menudo para satisfacer una demanda creciente. Una condición básica para el planeamiento de una expansión consiste en averiguar si los medios de transporte

existentes son suficientes para ello. Con demasiada frecuencia ocurre que toda la carga de transporte vertical de un edificio viejo caiga sobre los medios de transporte de una ampliación nueva, que dimensionados solamente para la ampliación, quedan abrumados.

Uno de los mejores caminos para evaluar el impacto de una ampliación, consiste en suponer que todo el edificio se construya hoy y en desarrollar una solución integral para los medios de transporte, posiblemente por ampliación de una instalación existente. [STRAKOSCH, 1998]

2.5.2 Población

La índole de los servicios prestados en un edificio institucional determina a menudo su población. Esto se ilustra mejor mediante los ejemplos de cada tipo de edificio, que están resumidos en la tabla 4.

Los Hospitales tienen una demanda de transporte más crítica que los otros edificios institucionales. El personal de hospitales ha venido creciendo más rápido que el número de pacientes. Las estadísticas enseñan que el personal medio por cama, que en 1954 era de 1.98 personas, llegó a 2.2 en 1964, a 3.03 en 1974 y en la actualidad a 5, al mismo tiempo se ha ido liberalizando las visitas y hoy en día la mayoría de los hospitales las admiten a cualquier hora entre las 9 y 21, con algunas restricciones únicamente para zonas de enfermos graves. El personal por cama ha demostrado ser un valor muy significativo para el tráfico en hospitales y un criterio ideal para la población. [STRAKOSCH, 1998]

Tipo de edificio	Criterio población	Capacidad en 5 min	Intervalo máximo		
Hospital	2,5-3 por cama	10-12 %	30-50 s		
Sanatorio	1-1,5 por cama	8-10 %	40-70 s		
Enseñanza					
Colegio	0,9-1,4 m ² /estudiante	25-40 %	véase texto		
Laboratorio	4,6-9,3 m ² /estudiante	20 %	40-60 s		
Biblioteca	depende de asientos	15 %	40-60 s		
Tribunal	30 personas por sala más espectadores	12-15 %	40-60 s		
Prisión, museo, estadio, exposiciones y torres	varía	véase texto	véase texto		
Capacidad recomendada					
Tipo de edificio	Ascensores de pasajeros Puerta: luz y tipo	Ascensores de servicio Puerta: luz y tipo			
Hospital	1350-1575 kp 1,06-1,22 m central	1800-2025 kp 1,22 m telescópica o central			
Sanatorio	1125-1350 kp 1,06 m central	1800 kp 1,22 m telescópica o central			
Colegio	1350-2600 kp 1,06-1,52 m central	1575-1800 kp 1,22 m telescópica o central			
Tribunal	1575-1800 kp 1,06-1,22 m central	1800-2250 kp 1,22 m telescópica			
Museos, estadios, exposiciones y torres	1800-2700 kp 1,22-1,82 m central	1800-3600 kp guillotina			
Prisión	1575 kp 1,06 m telescópica	1800-2250 kp 1,22 m telescópica			
Velocidad recomendada en m/s					
Plantas	Hospital	Sanatorio	Tribunal	Museo	Prisión
2-6	1 -1,75	1 -1,75	2,5	2,5	1
6-12	2,5	1,75	2,5	2,5	1,75
12-20	3,5-4	2,5	3,5-4	3,5	2,5
20-25 (*)	4	2,5 -3,5	4	4	3,5
25-30 (*)	5	4	5	4 -5	4
30-40 (*)	5 -6		5 -6		

(*) Para edificios de esta altura debe preverse servicio por zonas.

Tabla 4. Factores de Ocupación, Capacidades e Intervalos Probables para edificios Institucionales. [STRAKOSCH, 1998]

En sanatorios y establecimientos para enfermos mentales el personal por cama es algo inferior y la demanda de transporte no tan intensa. Aquí también el personal por cama es un buen indicador para definir la población.

La relación entre área útil y población en colegios varía según su tipo. En escuelas primarias, un área de 0.9 a 1.4 m² por alumno es frecuente. La población del edificio depende del grado de utilización de las clases, que los directores siguen pujando hacia arriba y puede llegar a que cada asiento se use en un 80% del tiempo. En los años setenta factores de uso entre un 50 y un 70% son corrientes.

Los edificios de laboratorios conceden más espacio a cada estudiante que en los colegios. El promedio es de 4.6 a 9.3 m²; En laboratorios de investigación y de universidad se llega a menudo a 14 hasta 19 m² por estudiante.

La población de bibliotecas depende de su uso. Una sala de lectura general puede conceder solo 1.4 a 1.9 m² a cada persona mientras que en otras áreas especiales, donde se encuentran muchas estanterías de libros o filas de catálogos, el espacio por persona puede llegar a 9.5 m² y más. [STRAKOSCH, 1998]

Las salas de tribunales están diseñadas para una función específica, celebrar audiencias. Habrá espectadores (cuyo número dependerá de la importancia del pleito), funcionarios del tribunal, etc. Es razonable adoptar 30 personas por sala, más los espectadores probables, para calcular la población del edificio.

Los museos, exposiciones, estadios, torres, etc., se diseñan para una capacidad determinada de espectadores. El proyecto suele además incluir el tiempo necesario para la entrada y salida y para el intercambio del público. El sistema de transporte vertical ha de basarse directamente en la población y el ritmo de intercambio previsto. [STRAKOSCH, 1998]

2.5.3 Tráfico de ascensores en edificios institucionales

Las características del tráfico dependen del tipo de establecimiento. En los hospitales el tráfico principal es el de entre plantas con algunos periodos de tráfico considerable en ambos sentidos. En un tribunal el tráfico en ambos sentidos es el prevaleciente.

En colegios, especialmente en periodos de cambio de clase, el tráfico crítico es de entre plantas. Laboratorios y bibliotecas tienen tráficos sustanciales de entrada y de salida, así como en ambos sentidos, parecido al de un edificio de oficinas.

El tráfico en estadios, teatros y otros establecimientos de diversión, es enteramente de entrada al comenzar la función y de salida al terminar. En exposiciones y torres de vista panorámica, el flujo de tráfico es en ambos sentidos y el sistema de transporte ha de ser capaz de intercambiar los visitantes en el tiempo que se estime inviertan en la contemplación de la exposición o del paisaje. Si el edificio tiene un restaurante es importante considerar el tiempo medio necesario para una consumición.

Como ya hemos mencionado, los estacionamientos o medios de transporte horizontal afectan al tráfico vertical de los edificios institucionales, como en las de otra clase. A menudo es preciso disponer un estacionamiento en varios niveles, lo que crea entradas múltiples al edificio. En tal caso lo mejor es prever un transporte de vaivén aparte al vestíbulo principal del grupo de ascensores, si no, es imprescindible introducir los correspondientes aumentos de tiempo en el cálculo de la capacidad de transporte. Una consideración detenida merece la rapidez con que los vehículos puedan llenar o vaciar un estacionamiento. Especialmente en estadios no se gana nada con un servicio excelente de ascensores o de escaleras móviles, si la circulación de los espectadores entre el estacionamiento y los medios de transporte vertical, no es fluida. [STRAKOSCH, 1998]

Todos los elementos de un sistema de circulación han de planearse en conjunto. Cada medio de transporte; vehículos automotor, escalera móvil, ascensor, autobús o metro tiene un determinado factor de utilización, que debe tenerse en cuenta, cuando uno de ellos se incorpore a un sistema de transporte. Si esto no se hace, es posible que el sistema de transporte vertical, que origina un gasto considerable al propietario del establecimiento, dé un rendimiento muy inferior del que realmente sería capaz.

2.5.4 Disposición

El despacho del tráfico en edificios institucionales, especialmente en los situados en áreas suburbanas, requiere dispositivos especiales para los pasajeros, que viajen por primera vez en un ascensor o en una escalera móvil y que acaso no vuelvan a hacerlo. Estas son las personas que visiten una vez un hospital, que participen en una excursión turística, que no hayan estado nunca en un tribunal y que rara vez lleguen a una ciudad grande. Suelen quedar confusas en un edificio complejo, puede que por la emoción que les cause y necesitan toda la ayuda posible para que se orienten.

Con mayor razón que en edificios de oficina los elevadores deben formar un centro de atracción. El camino hacia ellos y las señales asociadas con ascensores y escaleras móviles han de ser claras y bien definidas. Las puertas deben ser anchas y el interior de las cabinas acogedor. Hay que prever señales luminosas de gran tamaño e indicar muy visiblemente el sentido de marcha de los ascensores. Es muy ventajoso dotar a los ascensores, que sirvan a un número considerable de visitantes, de equipos de altavoces que anuncien cada parada y el destino de cada planta. [STRAKOSCH, 1998]

Para el personal de edificios institucionales no hace falta señales tan elaboradas ni altavoces, pero el sistema de transporte debe situarse de forma que los tiempos, que los usuarios inviertan en desplazamientos horizontales sean mínimos. El núcleo de

transporte ha de ser centralizado, próximo a las zonas donde trabajen sus usuarios y diseñado para ahorrar tiempo a los empleados.

Si los ascensores sirven pocas plantas y se espera una afluencia masiva de público, conviene la instalación de cabinas grandes de 2250 hasta 2700 Kg. de capacidad. Esto aumenta mucho la capacidad de transporte y al turista o espectador medio no le suele importar un intervalo largo, es decir, un servicio de autobús le parece mejor que uno de taxi.

Cabinas grandes implican espacio amplio para las colas de los usuarios y vestíbulos abiertos y profundos frente a los ascensores, donde se espera se congreguen los pasajeros. Un grupo de personas que esperan forma por sí sola una atracción, como confirmara cualquier baratero de feria. [STRAKOSCH, 1998]

Por lo menos algunos de los ascensores de un hospital han de ser capaces de transportar camas o camillas y existen cabinas especialmente diseñadas a tal fin. Como tales cabinas son estrechas y muy profundas desgraciadamente no resultan muy adecuadas para el transporte de pasajeros. En grandes hospitales procede separar por completo el transporte de camas y camillas del de pasajeros; únicamente en establecimientos pequeños ambas funciones pueden cumplirse por los mismos ascensores.

2.5.5 Tráfico vertical en hospitales

El tráfico vertical en hospitales puede separarse en dos clases: (a) Tráfico de personas, que comprende médicos, técnicos, enfermeras, visitantes y pacientes ambulantes y (b) Transporte de vehículos que incluye pacientes en camillas o sillas de rueda, carritos con ropa, con comida o instrumentos, dispositivos portátiles, etc. El mejor

método para resolver problemas de transporte de un hospital consiste en separar estos dos tipos de tráfico. [STRAKOSCH, 1998]

Si personas y pacientes en camillas tienen que usar un mismo ascensor, estos últimos sufren molestias y retrasos. Los pasajeros han de pasar con dificultad a lo largo de la camilla para montar o acomodarse, alargando así el tiempo de viaje. Si todos los ascensores de un hospital tienen que transportar pacientes en camillas, sus cabinas han de ser estrechas y profundas, una configuración que reduce la rapidez del tránsito de los pasajeros y retrasa el servicio.

Como el número de personas a transportar excede en mucho del de vehículos a trasladar de una planta a otra dentro de un hospital, el sistema de transporte debe consistir preferentemente en ascensores de tamaño adecuado para pasajeros. La relación entre el número de personas y el de vehículos a transportar es aproximadamente de siete a uno. Otro argumento es que muchos de los pasajeros suelen pertenecer a la plantilla y tienen prisa en atender a los enfermos, mientras que los pacientes no son normalmente trasladados en condiciones críticas. Si esto fuera el caso, deben existir medios para darles preferencia absoluta de transporte. [STRAKOSCH, 1998]

Por estas razones la primera concepción de ascensores para un hospital ha de basarse en dos grupos de ascensores separados: uno de cabinas dispuestas para el tráfico de pasajeros y otros de cabinas de configuración adecuada para el transporte de vehículos. Como es un requisito primordial que más de un ascensor sea apto para el traslado de pacientes en camillas, la dotación mínima para un hospital de varias plantas ha de ser de dos cabinas de tamaño hospital.

Otro requisito es que el número de ascensores sea suficiente para dar servicio con un intervalo 30 – 50 segundos. Este intervalo se obtiene mediante un adecuado diseño del sistema de ascensores. [STRAKOSCH, 1998]

Un tercer requisito consiste en prever un número de ascensores suficientes para poder disponer de uno en un tiempo mínimo. Si el transporte de comida absorbe un ascensor en exclusiva durante un periodo dado, debe disponerse de otro, apto para este mismo servicio. Este último puede usarse durante los periodos libres para transporte de ropa y otros suministros, que no estén condicionados a un tiempo concreto.

También es posible despachar el servicio de comidas por minicarga o pequeños ascensores de comida que se carguen y descarguen manual o automáticamente en la planta de destino. Tales instalaciones automáticas han de ser convenientemente emplazadas y atendidas por empleados que recojan los carritos en las plantas de destino. Naturalmente pueden usarse ascensores para tales servicios, pero esto implica que un empleado acompañe al carrito durante el viaje. [STRAKOSCH, 1998]

El empleo de carritos calentadores y la instalación de suficientes ascensores, de forma que el intervalo de servicio concuerde con el tiempo necesario para cargar las bandejas de comida, representa desde el punto de vista técnico la mejor solución para el reparto de comidas en un hospital. Puesto que el objetivo principal es la entrega rápida de comida caliente al paciente y en vista de que el tiempo invertido en el traslado de los carritos no es crítico, el sistema de carritos calentadores es el mejor. La forma de resolver el servicio de comida sigue siendo objeto de controversias y es recomendable considerarlo siempre en combinación con el sistema de transporte global, incluidos los ascensores. [STRAKOSCH, 1998]

El minicarga (a veces en parejas, uno para artículos limpios y otro para artículos usados) se instalan a menudo entre las salas de operación y el almacén de instrumentos quirúrgicos o entre varias plantas clínicas y el depósito de materiales farmacéuticos. También puede resultar útil un minicarga que enlace la cocina con una cafetería o una pastelería. Si el muelle de carga se encuentra a un nivel distinto del de la cocina, ha de preverse un montacargas del tipo recomendado para cocinas de hoteles.

2.5.6 Disposición en Hospitales

Existen muchas disposiciones adecuadas que conducen a la separación del tráfico de personas del de vehículos. En hospitales pequeños que solo necesiten dos o tres ascensores, hay que sacrificar las ventajas de una configuración ideal de los ascensores de pasajeros y darles un tamaño apto para el transporte de vehículos. Para todos los hospitales que requieran cuatro o más ascensores se recomienda el empleo de dos tipos distintos de cabinas.

La figura 21 Muestra disposiciones de dos y de tres ascensores. Estas disposiciones ofrecen la flexibilidad de utilizar las cabinas únicamente o desde los accesos frontales o desde los traseros, consiguiendo así una separación completa de los dos tipos de tráfico. Las cabinas nunca deben usarse para el paso de un lado al otro, ni para servir simultáneamente a ambos embarques, lo que duplicaría el número de paradas probables. Un conmutador manual o automático permite cambiar el mando para servir los accesos frontales o los traseros. [STRAKOSCH, 1998]

A menudo se proyectan hospitales con posibilidad de futuras extensiones; entonces conviene prever espacio adicional en los huecos o la estructura, de forma que el grupo de ascensores pueda ampliarse. Es recomendable determinar los detalles de la posible extensión y proyectar los ascensores para la situación definitiva. Si se prevé una expansión en altura es posible reemplazar la maquinaria de los ascensores inicialmente en el sótano. El equipo definitivo puede instalarse entonces encima de los huecos alargados con una interferencia mínima en el funcionamiento de los ascensores y en un tiempo corto. Como alternativa es factible construir en la prolongación del hueco una torre de la altura futura del edificio, lo que permite instalar la maquinaria definitivamente y añadir los accesos en cuanto se construyan las plantas de extensión.

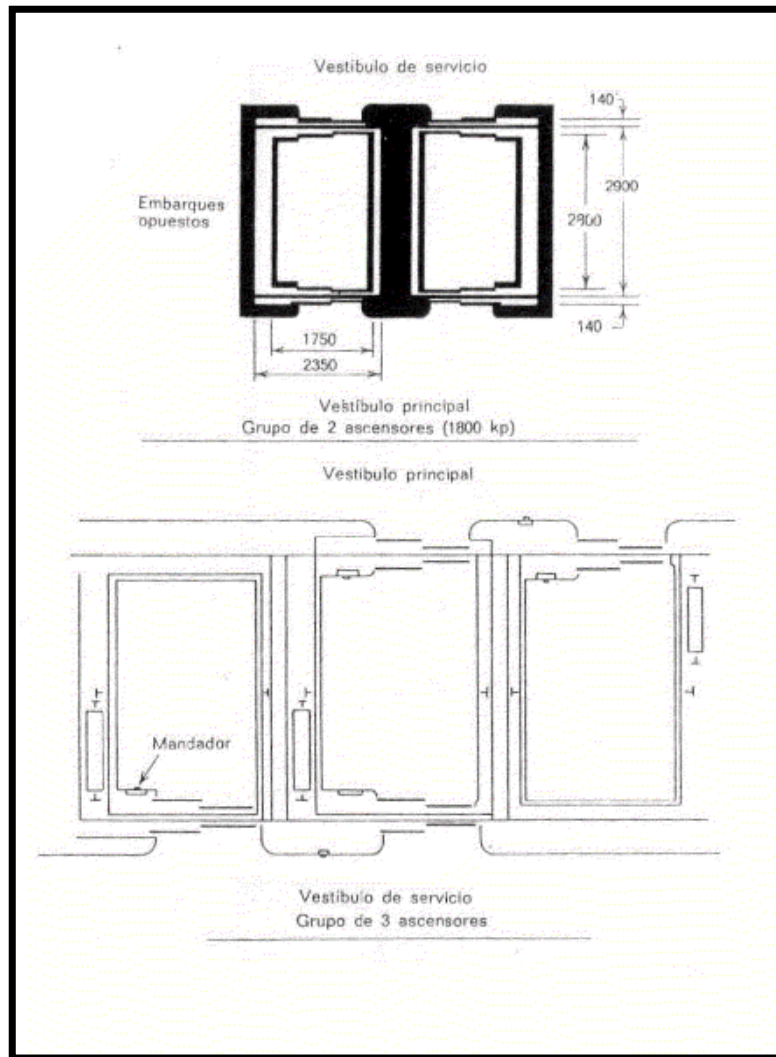


Figura 21. Disposiciones de Ascensores para Hospitales Pequeños. [STRAKOSCH, 1998]

La figura 22 Muestra un ascensor típico de tamaño hospital de 1800 Kg. de capacidad, que puede disponerse en un solo embarque o con dos opuestos. Puertas telescópicas dan una luz máxima para un ancho de hueco mínimo.

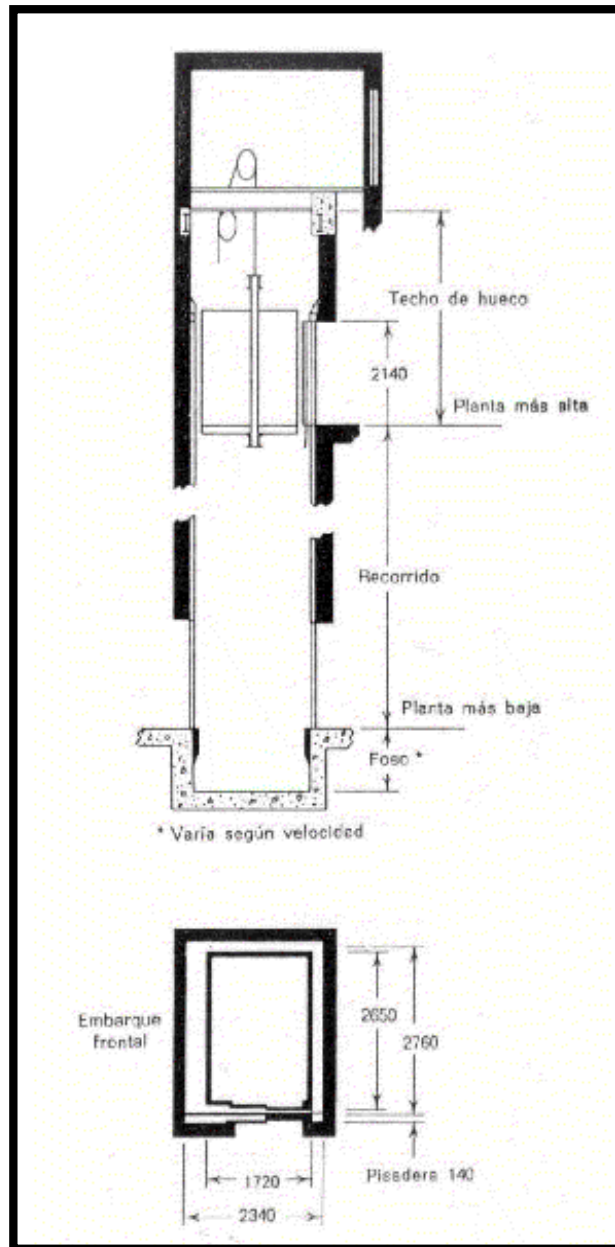


Figura 22. Ascensor de 1800 Kg. de capacidad para hospitales. 8

La cabina de 1800 Kg. puede acomodar la mayoría de los modelos de camas motorizadas del hospital, pero deja poco espacio para personal acompañante. Si se prevé el empleo de camas de dimensiones máximas o si el hospital acostumbra a trasladar a pacientes con su cama, se recomienda ascensores de 2025 o 2250 Kg.

Estos ascensores tienen cabinas de tamaño hospital y puertas de apertura central de cuatro hojas. Tales puertas pueden cerrarse en la mitad del tiempo que necesitan las telescópicas y las camillas o camas se introducen en la cabina sin necesidad de abarrotar a los acompañantes. La figura 23 Muestra una disposición típica de una cabina de 2250 Kg. de capacidad. Aunque su puerta precise un hueco más ancho que la telescópica, la ganancia en rendimiento justifica plenamente el mayor consumo de espacio.

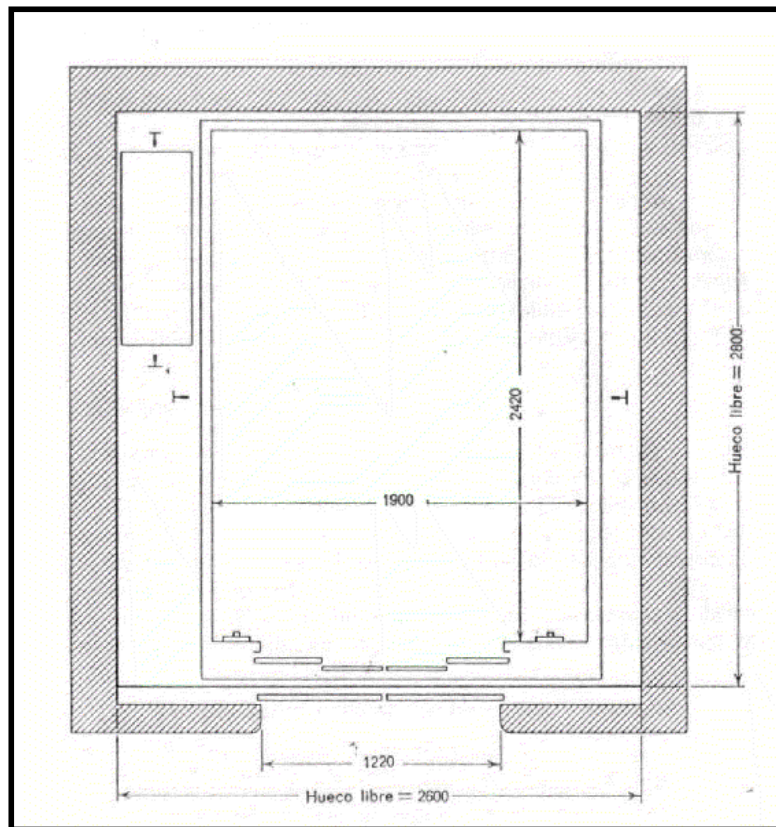


Figura 23. Ascensor de 2250 Kg. de capacidad con puertas de apertura central de 1,22 m de luz para los hospitales. [STRAKOSCH, 1998]

Los ascensores de pasajeros suelen ser del tipo convencional empleados en edificios comerciales. Para conseguir un rendimiento máximo de transporte se recomienda cabinas anchas y de poca profundidad de 1575 Kg. de capacidad, iguales a las de grandes almacenes. [STRAKOSCH, 1998]

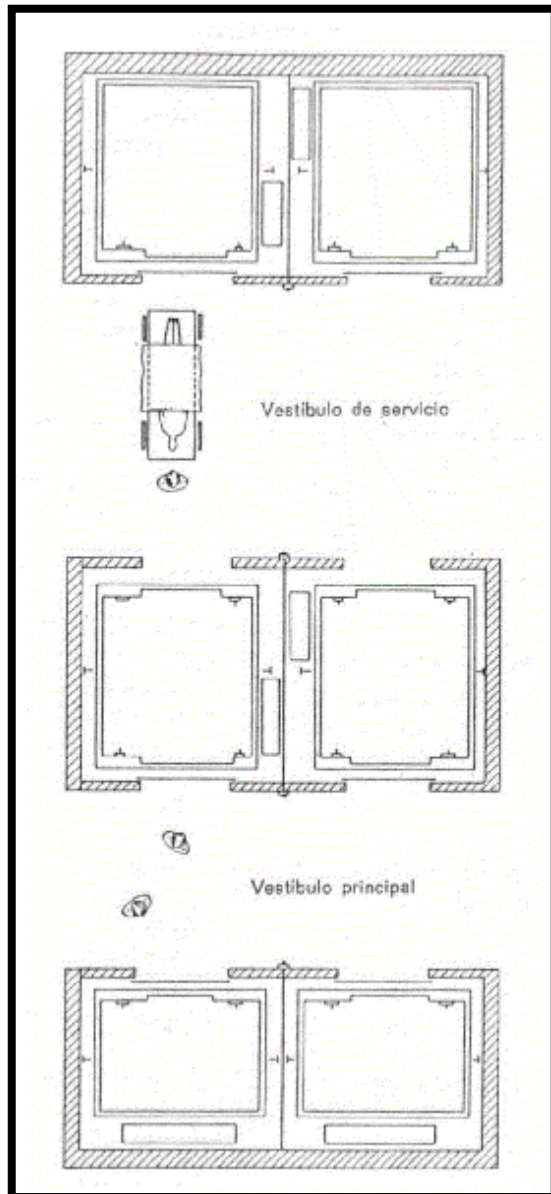


Figura 24. Disposición de ascensores recomendada para hospitales. 8

Una ventaja adicional es que estas cabinas pueden acomodar una camilla (1.92 m x 0.56m) en casos de emergencia. La figura 24 Muestra una disposición curiosa de seis ascensores, consistiendo en dos del tipo mencionado y cuatro de 2025 Kg. para transporte de vehículos.

Grupos de cuatro o más ascensores deben disponerse en oposición. Ascensores de servicio necesitan espacio adicional en el vestíbulo en el caso de instalarse frente a frente. Se recomienda una distancia de 4.3 metros, que permite la maniobra de dos camillas simultáneamente.

En hospitales de altura mayor de 17 o 18 plantas se impone la creación de zonas, especialmente para los ascensores de pasajeros, que acusarían un tiempo de vuelta excesivo, si tuviesen que servir a tantas plantas. Los ascensores de servicio pueden seguir formando un grupo único, si se alcanza una capacidad de transporte suficiente con seis y ocho ascensores. Si hace falta un número mayor de ascensores de servicio, debe considerarse la posibilidad de separarlos en concordancia con sus funciones, posiblemente mediante la concentración de servicio de comidas u otros suministros en un grupo y del transporte de camillas y el personal en otro. [STRAKOSCH, 1988]

El establecimiento de zonas en un hospital acarrea el problema de tráfico entre ambas zonas. La solución más económica consiste en crear una planta de enlace, como en los edificios de oficina. Lo ideal sería que los ascensores de la zona superior tuviesen accesos en todas las plantas y sirviesen las de la zona inferior únicamente en respuesta a llamadas de subida y mandatos de bajada.

2.5.7 Pacientes ambulantes

Facilidades para el tratamiento ambulante de pacientes en hospitales adquieren cada vez más importancia. Para reducir el tiempo de sus visitas y para no perjudicar al

funcionamiento básico del hospital el tratamiento suele hacerse en establecimientos separados, que han de tener sus propios medios de transporte. [STRAKOSCH, 1998]

Si el ambulatorio es de tamaño considerable, se pueden prever escaleras móviles para enlazar las plantas superiores. Para instalaciones de menor tamaño valen uno o varios ascensores de paradas limitadas. Las cabinas han de ser de tamaño amplio, al menos de 1350 Kg. de capacidad con puertas de apertura central para facilitar el transporte de pacientes en sillas con ruedas y con muletas.

2.5.8 Capacidad de transporte requerida

Como refleja el Apéndice A, El tráfico de pasajeros de un hospital llega a un 10 hasta el 12 % de la población en un periodo de 5 minutos. A efectos de tráfico en ascensores, la población podía estimarse en 2.5 a 3 personas por cama (para los años setenta), una relación que coincide con la del personal por cama. Si el personal aumenta, también lo hace la demanda de transporte.

El siguiente ejemplo muestra como la demanda de transporte determina el dimensionado de los ascensores.

Ejemplo 1 Edificios Institucionales – Hospitales.

Dado: Camas 240, plantas 12, altura 3.6 mts.

Población: 240×5 por cama = 1200 personas.

Demanda: 12 % de 1200 = 144 personas en 5 min.

400×4 vehículos por 100 camas = 16 vehículos en 5 min.

Asumido: 4 ascensores para personas, 1575 Kg a 2.5 m/s, tráfico en ambos sentidos y entre plantas; 10 pasajeros subir, 10 bajar.

Paradas: $(1.75 \times 6 - 1) \times 12 = 114$ seg.

Vestíbulo: $12 + 20 = 32$ seg.

$$\text{Viaje: } \frac{11 \times 3.6 \times 2}{2.5} = \underline{32 \text{ seg.}}$$

$$\text{Tiempo de una Vuelta: } = 178 \text{ seg.}$$

$$\text{Capacidad en 5 min.: } \frac{(10 + 10) \times 300 \times 4}{178} = 135 \text{ personas}$$

$$\text{Intervalo: } \frac{178}{4} = 44.5 \text{ seg. (cumple)}$$

Transporte de Vehículos:

Cargas vehículo para bajar: 15 seg.

Cerrar puertas y arrancar: 5 seg.

Viaje 20 m: 8 seg.

Descargar: 15 seg.

Cerrar puertas y arrancar: 5 seg.

Viaje 2º m: 8 seg.

Cargar otro vehículo subir: 15 seg.

Viaje: 8 seg.

Descargar: 5 seg.

Cerrar puertas y arrancar: 5 seg.

Total: 104 seg.

$$\text{Capacidad en 5 min.: } \frac{2 \times 300}{104} = 6 \text{ vehículos en 5 min.}$$

Se necesitan tres ascensores de 1800 Kg a 2.5 m/s para transportar 16 vehículos en 5 min.

$$\text{Intervalo: } \frac{104}{3} = 34 \text{ seg. (cumple)}$$

Dado: Camas 120, plantas 6, altura 3.6 mts.

Población: 120 x 5 por cama = 600 personas.

Demanda: 12 % de 600 = 72 personas en 5 min.

200 x 4 por cama = 8 vehículos en 5 min.

Transporte Combinado de personas y vehículos

Ascensores 1800 Kg a 1.75 m/s, 6 pasajeros subir, 6 bajar, un vehículo por viaje.

$$\text{Paradas: } (1.75 \times 3 - 1) \times 12 = 51 \text{ seg. (pasajeros)}$$

$$2 * 15 = 30 \text{ seg. (vehículos)}$$

$$\text{Vestíbulo: } 12 + 12 = 24 \text{ seg.}$$

$$\text{Viaje: } \frac{5 \times 3.6 \times 2}{1.75} = \underline{21 \text{ seg.}}$$

$$\text{Tiempo de una Vuelta: } 126 \text{ seg.}$$

$$\text{Capacidad en 5 min.: } \frac{(6 + 6) \times 300 \times 3}{126} = 86 \text{ personas (cumple)}$$

$$\text{Vehículos en 5 min.: } \frac{1 \times 300 \times 3}{126} = 7.2 \text{ vehículos (cumple)}$$

$$\text{Intervalo: } \frac{126}{3} = 42 \text{ seg. (cumple)}$$

El tráfico característico es tanto en ambos sentidos como entre plantas. Nuestro cálculo se basa en el tráfico en ambos sentidos y supone que las paradas del tráfico entre plantas sean coincidentes.

Periodos de tráfico críticos suceden a distintas horas del día. Uno de los más importantes es el de antes del mediodía, cuando los médicos estén visitando a los pacientes, se realicen análisis y algunos empleados vallan a comer; otro se da sobre las 3 de la tarde, cuando las enfermeras cambien de turno. Picos de tráfico de visitas aparecen al empezar y al finalizar la tarde. [STRAKOSCH, 1998]

El tráfico de vehículos llega a su máximo entre las ocho y las nueve de la mañana, cuando los pacientes sean trasladados para operaciones o tratamientos especiales, se recoja la vajilla de los desayunos, se transporten suministros y las actividades de mantenimiento estén en pleno auge.

El pico de transporte de vehículos puede llegar a tres hasta cuatro por cada cien camas en un periodo de 5 minutos, según el horario establecido para tratamientos y suministros. A fin de conseguir un perfecto rendimiento, hace falta programar el transporte de vehículos conforme a la máxima capacidad e los ascensores. Habrá un cierto número de personal, que quiera usar los ascensores al mismo tiempo, lo que tiende a perjudicar el rendimiento; sin embargo, hemos supuesto que el transporte de vehículos tenga preferencia absoluta, lo que se puede conseguir mediante un mando especial y un horario estrictamente establecido. [STRAKOSCH, 1998]

Minicargas u otras instalaciones especiales para el transporte de comidas y pequeños suministros pueden reducir la demanda de transporte de vehículos a cerca de tres por cada 100 camas en un periodo de 5 minutos, lo que equivale al tráfico mínimo en condiciones normales. Es posible conseguir un valor tan bajo como 2.5 vehículos por cada 100 camas, mediante un análisis científico de los movimientos de una programación adecuada y con ayuda de una prohibición estricta al personal de retener el ascensor.

En vista de estas consideraciones se recomienda mantener un valor mínimo de tres vehículos por cada 100 camas, aunque existan amplios medios de transporte para funciones especiales, con el fin de que el número de ascensores a prever resulta suficiente para garantizar un intervalo bueno en las condiciones de tráfico referidas. De esta forma se asegura un servicio excelente en los ascensores. [STRAKOSCH, 1998]

2.6 MODERNIZACIÓN

Se define como el proceso mediante el cual se realizan trabajos vinculados a las mejoras tecnológicas que se pueden implantar en unidades de elevación. Dicha modernización puede llegar a abarcar la actualización de los dispositivos de potencia, control y maniobra, los componentes del mecanismo de puertas, cableado, estética de la cabina, botoneras y señalización. La modernización contempla también la revisión y reparación total de los equipos que no sean reemplazados.

Muchos sistemas de elevación que fueron instalados hace más de 50 años están aún en servicio. Un mantenimiento adecuado en un ascensor puede darle una expectativa de vida útil de más de 40 años. Sin embargo, los cambios sociales y las condiciones económicas usualmente demandan que los equipos sean reemplazados o actualizados.

Las estructuras básicas de un ascensor tales como guías, aparatos del foso, estructura del carro y contrapeso, sistemas de seguridad y grupo tractor, pueden ser rehabilitados y reutilizados. Sin embargo, los sistemas eléctricos, cables, equipos operativos, mecanismos de puertas y sistemas de control generalmente son los primeros en ser reemplazados en vista de algunos factores entre los cuales se cuenta la baja confiabilidad de elementos tan viejos y la falta de compatibilidad con los nuevos sistemas de maniobra planteados.

2.6.1 Justificación de la Modernización

Existen razones obvias para considerar una modernización. El aumento de las interrupciones del servicio, las frecuentes llamadas de emergencia y la

disminución de la confiabilidad del transporte como resultado directo del uso de un equipo con muchos años de uso y que inclusive halla sobrepasado ya su tiempo de vida útil, son algunas de ellas.

Cuando el sistema de tráfico vertical no cumple las demandas de un edificio existe otra razón de peso para justificar los trabajos de modernización. Reducir los costos de energía a través de un sistema de control más eficiente también es otra razón considerable. En algunos casos también se justificaría por obsolescencia o incompatibilidad de los equipos, haciéndose complejo su mantenimiento, además de la falta de soporte técnico capaz de laborar con los mismos, por falta de conocimiento.

Cuando el edificio experimenta una remodelación total, la modernización del sistema de transporte vertical usualmente se incluye como parte integral del proyecto de remodelación. [STRAKOSCH, 1998]

2.6.2 Ventajas de la Modernización

Un buen trabajo de modernización trae como resultado un aumento en la confiabilidad, disponibilidad y rendimiento de los equipos, aumenta la capacidad de transporte, los tiempos de espera son menores, desaparecen o se minimizan las fallas y se mejora la calidad del servicio con su consiguiente satisfacción de los usuarios.

La modernización del sistema de operación en el cuadro de maniobra, de relemático a un microprocesador operacional resultará en un incremento de la eficiencia del sistema y en la capacidad de transporte en un rango de 20 a 25 %. Por otro lado, los sistemas de potencia actuales permiten reducir la energía eléctrica consumida, por lo que los costos de operación del sistema también disminuirán.

En el caso de un edificio donde la capacidad de operación del sistema de transporte original se ha quedado pequeña, el incremento en la Capacidad de Transporte reducirá el tiempo de viaje empleado, brindando un mejor servicio a los ocupantes del edificio, además de reducir los costos de operación.

En aquellos edificios donde la operación del sistema original no está por debajo de los requerimientos, es posible eliminar uno de los ascensores. Esto no solo reduce los costos de operación de edificio sino que también permite eliminar espacio para otras necesidades dentro del mismo, tales como ductos de aire acondicionado, sistemas eléctricos nuevos, líneas de comunicación para redes de computadoras, centrales telefónicas, etc. Sin embargo, esta es una decisión que no debe tomarse a la ligera. El estudio adecuado del tráfico, el comportamiento del sistema, las proyecciones del uso y la población del edificio deben sustentar la eliminación de un equipo elevador. Esta propuesta puede ser muy efectiva en donde la naturaleza del edificio cambia de una alta densidad de población a un nivel de densidad más bajo. [STRAKOSCH, 1998]

A todo esto se añade la recuperación del valor que haya perdido al dotárselas de ascensores con características de funcionamiento similares a los de edificaciones nuevas.

2.6.3 Desventajas

Durante el proceso de modernización los usuarios sufrirán molestias entre las cuales se pueden mencionar: tiempo de espera más largos, disminución de la Capacidad de Transporte debido a la interrupción del servicio en uno o más

ascensores para la ejecución de los trabajos, ruidos o molestias menores para la realización de obras civiles.

Por tal razón, es un reto la planificación estratégica de la modernización en cualquier edificación, ya que se debe buscar mantener un nivel razonable en el servicio.

2.6.4 Logística en los trabajos de Modernización

Un proyecto de modernización concertado involucra necesariamente las siguientes acciones:

1. *Medición y análisis de las condiciones de tráfico existentes en cada edificio:* dentro de los trabajos preliminares necesarios para establecer los parámetros de funcionamiento de los equipos a ser modernizados, se deben realizar mediciones en cada edificio con el objeto de analizar las condiciones existentes y establecer los nuevos parámetros que permitirán optimizar el rendimiento de los ascensores.
2. *Análisis detallado de los componentes para determinar el grado de intervención:* se refiere al análisis macro de los componentes para efectos de la preparación de la oferta técnica. Se debe realizar un análisis detallado para determinar el grado de intervención en cada ascensor.
3. *Elaboración del programa de instalación:* se debe elaborar un plan de instalación de acuerdo con el tiempo de ejecución previsto. Este programa debe reflejar fielmente cada una de las actividades que se llevaran a cabo para cumplir con el mismo.
4. *Elaboración de las especificaciones técnicas de los componentes:* se deben elaborar las especificaciones técnicas de todas las partes, piezas y componentes a ser suministrados.

5. *Coordinación del suministro con la ejecución de los trabajos previos:* la ejecución de los trabajos previos se debe programar en forma tal que no haya interrupción entre la conclusión de estos y la instalación de los materiales importados.
6. *Ejecución de la instalación:* en todo momento se debe mantener la supervisión necesaria para asegurar la ejecución en plazos iguales o menores a los indicados en el programa de instalación.
7. *Realización de pruebas de seguridad:* finalmente se deben realizar las pruebas de seguridad necesarias previas a la puesta en marcha del servicio.

3.1 MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo nos disponemos a describir las etapas por las cuales se transita de forma metódica para poder llegar a una Optimización del Sistema de Elevación Vertical para el hospital Dr. Miguel Pérez Carreño. Llevando un orden lógico de las cosas, todo proyecto se concibe mediante la existencia de un problema que puede afectar a muchas o a pocas personas pero existe. Ese problema tendrá ciertos motivos por los cuales exista la necesidad de resolverlo, pero independientemente de eso el próximo paso será ver de que manera podemos encontrar solución estudiándose cada una de las opciones que tenemos y utilizando todas las herramientas que poseemos. Presentadas entonces las posibles soluciones del problema nos ocupamos de la selección de la más idónea evaluando todos los aspectos. Una vez seleccionada la solución el trabajo esta concluido.

El procedimiento experimental que en este caso se siguió se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Identificación del problema.
2. Investigación acerca del problema y sus causas.
3. Identificación de las herramientas con que contamos y que nos ayudaran a resolver el problema.
4. Obtención de resultados producto de los cálculos necesarios.
5. Análisis de esos resultados para la búsqueda de soluciones.
6. Obtención de varias propuestas factibles para la solución del problema.
7. Elección de la propuesta más idónea (en todos los sentidos).
8. Elaborar conclusiones y recomendaciones.

Siguiendo el orden planteado y empezando por la **“Identificación del Problema”**, ya en el capítulo I (Introdutorio) se desarrolló un análisis en el que se muestra de que manera se identificó el problema, mediante la observación del comportamiento del tráfico de personas especialmente en el piso principal del hospital, no era difícil darse cuenta que el sistema de elevación instalado estaba desproporcionado con respecto a las necesidades actuales de la edificación.

El problema se lo identifico como el **“Colapso del Sistema de Transporte Vertical dentro del Hospital”** y luego se procedió a **“Investigar las Causas del Problema”**, con lo que se pudo puntualizar en una lista de razones por las que se presumió la existencia de la necesidad planteada. Esta lista de causas se enumeran en el Capítulo V y basta con decir que se trato de una etapa de investigación donde se consultó a las personas involucradas con el sistema de transporte vertical dentro de las instalaciones del hospital.

Luego de esta etapa, se **“Buscaron las Herramientas”** que nos podían ayudar en la obtención de datos que resultaran representativos para poder evaluar el comportamiento del sistema de elevación en el hospital. Para ello se recurrió a la norma que rige la materia de los ascensores en nuestro país. En este caso no hay otras que las normas COVENIN 621, 622 y 623. La primera de ellas, en sus cinco partes describe toda la legislación concerniente a la construcción del recinto del pozo, equipos y maquinaria, mantenimiento y cálculos de tráfico vertical correspondientes a ascensores en general.

Por medio de este Cálculo de Tráfico Vertical se conoció la manera en la que se desarrolla un estudio técnico de los parámetros correspondientes a las capacidades que tiene un sistema de despachar ágilmente el flujo de personas y de vehículos dentro de las edificaciones. La base de la Optimización planteada al final del

proyecto proviene de los resultados que este cálculo arroja y con él se estima que tan lejano de lo ideal está el sistema actual de elevación. En sí, se evaluó el comportamiento del sistema de elevadores de la edificación a la hora de despachar cantidades críticas de personas y carros transportadores ya que si era capaz de manejar tales niveles de tráfico, entonces estaba en la capacidad de prestar el servicio eficientemente el resto del tiempo en el que los flujos son menores. A continuación se presenta la metodología empleada para la obtención de los parámetros ya mencionados y con los cuales se tiene criterio para tomar decisiones y sacar conclusiones.

3.2 CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Este cálculo es llevado paso a paso según las disposiciones y condiciones de la norma venezolana Código Nacional para Ascensores de Pasajeros Parte tres: Tráfico Vertical No 621-3. Dicha norma indica de manera sistemática la forma en la que se debe desarrollar el cálculo de los dos criterios básicos de decisión como lo son: La Capacidad de transporte del hospital y el Intervalo Probable del hospital.

Para entender fácilmente como se desarrolla el cálculo definiremos primero algunas variables de uso común en este tipo de procedimiento:

3.2.1 Definición de los Parámetros del Cálculo

B: Población total estimada (personas). Se calcula como ya hemos mencionado en este capítulo.

Bi: Población estimada de cada piso (personas).

C: Capacidad de transporte (%)

C_T: Capacidad Total del Edificio (%).

ep: Distancia promedio entre pisos ubicados sobre la planta principal.
(mts)

H_a: Recorrido entre la planta principal y la parada superior, calculado por medio de la siguiente expresión (mts):

$$H_a = n_a \cdot x e_p \dots\dots\dots(3)$$

H_e: Recorrido entre la planta principal y la primera parada superior servida, calculada mediante la siguiente expresión (mts):

$$H_e = n_e \cdot x e_p \dots\dots\dots(4)$$

H_s: recorrido sobre la planta principal con servicio de ascensores entre la primera y la última planta superior (mts). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H_s = H_a - H_e \dots\dots\dots(5)$$

I: Intervalo Probable (seg).

I_T: Intervalo Probable Total del edificio (seg).

na: Número total de pisos encima de la planta principal. Se calcula mediante:

$$n_a = n_s + n_e \dots\dots\dots(6)$$

- ne: Número de pisos no servidos por encima de la planta principal.
- np: Número de paradas probables en los pisos superiores.
- ns: Número de pisos servidos por encima de la planta principal.
- P: Capacidad nominal de la cabina (personas).
- Pv: Número de personas por viaje.
- T: Tiempo de llenado (min.).
- T₁: Tiempo promedio de la apertura y cierre de puertas (seg).
- T₂: Tiempo promedio para la entrada y salida de un pasajero (seg).
- TA: Tiempo adicional por servicio a sótanos (seg).
- TTV: Tiempo Total de Viaje (seg).
- TVC: Tiempo de Viaje Completo (seg).
- V_n: Velocidad Nominal del ascensor (m/s).
- Z: Número de ascensores del grupo.
- β: Factor de ocupación.
- φ: Aceleración o desaceleración (m/s²).

3.2.1.1 Cálculo de Población Total Estimada (B)

Existen dos maneras de obtener este valor, utilizando el factor de ocupación sugerido por el Apéndice A De la Norma COVENIN 621-3 y mediante la obtención del área de efectiva de uso. Esta última forma se puede representar mediante la fórmula:

$$B = \frac{AEU}{Densidad _ Estimada} \dots\dots\dots(7)$$

donde:

AEU: Área Estimada de Uso

Densidad Estimada: 11,6 m²/pers (125ft²/pers) asumida según

Strakosch.

3.2.1.2 Cálculo del Área Estimada de Uso (AEU)

Se puede calcular asumiendo que es un 75 % del Área bruta total del edificio. Podemos expresar el cálculo mediante la fórmula:

$$AEU = AT \times 0.75 \dots\dots\dots(8)$$

donde:

AT: Área total del edificio

3.2.1.3 Cálculo del Número de personas por Viaje (P_v)

Se determina según la siguiente fórmula:

$$P_v = \text{enterode} \left(\frac{3.2}{P} + 0.7 \times P + 0.5 \right) \dots\dots\dots(9)$$

los resultados de este cálculo para todos los valores de P se encuentran en el Apéndice C, es decir, la Tabla No 2 COVENIN 621-3

3.2.1.4 Cálculo del Número de Paradas Probables (n_p)

Cuando cada piso tiene aproximadamente la misma población:

$$n_p = n_s \times \left[1 - \left(\frac{n_s - 1}{n_s} \right)^{P_v} \right] \dots\dots\dots(10)$$

Cuando la población en cada piso no es uniforme:

$$n_p = n_s - \left[\sum_{i=1}^{na} \left(\frac{B - B_i}{B} \right)^{Pv} \right] \dots\dots\dots(11)$$

donde Ba, Bb, Bc,es la población del 1^{er}, 2^{do}, 3^{er} piso respectivamente.

3.2.1.5 Cálculo del Tiempo de Viaje Completo (TVC)

Dependiendo de la velocidad nominal y de que se trate de servicio por zonas o no, las fórmulas a usarse son las siguientes:

Para el caso de no existir zona expresa y que la velocidad nominal sea menor

o igual que $\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}}$:

$$TVC = \frac{2xH_a}{V_n} + \left(\frac{V_n}{\phi} + T_1 \right) x(n_p + 1) + T_2 x P_v \dots\dots\dots(12)$$

para el caso de no existir zona expresa y de que la velocidad nominal sea

mayor que $\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}}$:

$$TVC = \frac{2xH_a}{\sqrt{\frac{H_a x \phi}{n_p}}} + \frac{V_n}{\phi} + \frac{H_a}{V_n} + T_1 x(n_p + 1) + T_2 x P_v \dots\dots\dots(13)$$

Para el caso en que exista zona expresa y de que la velocidad nominal sea

menor o igual a $\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}}$:

$$TVC = \frac{2xH_a}{V_n} + \left(\frac{V_n}{\phi} + T_1 \right) x(n_p + 1) - \frac{H_s}{n_p x V_n} + T_2 x P_v \dots\dots\dots(14)$$

Para el caso en que exista zona expresa y de que la velocidad nominal sea

mayor que $\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}}$:

$$TVC = \frac{2xH_a}{V_n} - \frac{H_s}{V} + \frac{2xV_n}{\phi} + \left[\frac{2xH_s}{\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}}} \right] x(n_p - 1) + T_1 x(n_p + 1) + T_2 x P_v \dots\dots\dots(15)$$

3.2.1.6 Cálculo de T1 y T2

Estos valores se toman del Apéndices G y H, Norma COVENIN 621-3.

3.2.1.7 Cálculo del Tiempo Adicional (TA)

Este se tomará directamente del Apéndice B de la Norma COVENIN 621-3.

3.2.1.8 Cálculo del Tiempo Total de Viaje (TTV)

Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$TTV = TVC + TA \dots\dots\dots(16)$$

3.2.1.9 Cálculo de la Capacidad de Transporte (C)

Este porcentaje se calcula por medio de la fórmula:

$$C = \frac{300 \times P_v \times Z \times 100}{TTV \times B} \dots\dots\dots(1)$$

3.2.1.10 Cálculo de Intervalo Probable (I)

Este tiempo medido en el piso principal se puede determinar así:

$$I = \frac{TTV}{Z} \dots\dots\dots(2)$$

3.2.1.11 Cálculo de Capacidad de Transporte Total del Edificio (CT)

Podemos calcularla de la siguiente forma:

$$C_T = C_1 + C_2 + \dots\dots\dots + C_n \dots\dots\dots(17)$$

donde C₁, C₂, , C_n son las capacidades de transporte medidas en cada una de las “n” baterías de ascensores del edificio, medidas en (%).

3.2.1.12 Cálculo de Intervalo Probable Total del Edificio (IT)

Se calcula de la siguiente manera:

$$I_T = I_1 \times \frac{Z_1}{Z_T} + I_2 \times \frac{Z_2}{Z_T} + \dots\dots + I_n \times \frac{Z_n}{Z_T} \dots\dots\dots(18)$$

donde I₁, I₂, , I_n son los intervalos probables medidos en cada una de las “n” baterías y Z₁, Z₂, , Z_n y Z_T son el número de ascensores del grupo 1, 2, , n y total respectivamente.

Lo que podríamos considerar otra herramienta en este proyecto sería la obtención de datos experimentales reales del tráfico presente en el hospital. Con él, obtenemos parámetros básicos como la hora pico de subida y de bajada (de personas y de vehículos), flujo de personas presente en los cinco minutos críticos de tráfico, disponibilidad y operatividad de las unidades, disponibilidad de ascensoristas, etc. A continuación se enumeran las formas en las que se realizó la recolección de estos datos de vital importancia para el proyecto:

3.2.2 Recolección de Datos Estadísticos

Las horas pico de espera, subida y bajada se consiguieron así:

1. Se tomó el número de personas que con intervalos de 15 minutos estando en el piso principal espera el ascensor, sube y baja de él. Esta estadística se tomó desde las 6 de la mañana cuando comienzan a llegar el personal médico hasta las 4 de la tarde, hora en la que disminuye el flujo de visitantes permitido.
2. Luego se llevaron estos valores a una base de datos en donde se identificó el día en que fueron tomados. Este conteo se realizó por aproximadamente un mes en días aleatorios.
3. La disponibilidad de los operadores de ascensor, fue chequeada comparando la disponibilidad de unidades con el número de ellas que se encontraban en operación. Este control fue llevado a lo largo de todo el periodo de 18 semanas que duró la experiencia de campo del proyecto dentro del hospital. La tabla 2 de los Anexos muestra la comparación entre la disponibilidad de unidades y el funcionamiento de ellas.

4. La disponibilidad de las unidades se muestra en la Tabla 2 de Anexos donde se reportaron estos valores para cada área del hospital y la conjunta.

Como **“resultado de los cálculos realizados”** se obtienen dos valores que representan solamente dos cosas: la cantidad de personas que el sistema puede transportar en los cinco minutos más críticos del tráfico de entrada a los edificios, y por otro lado el tiempo de espera que los usuarios del sistema deben soportar en el piso principal desde la partida de una ascensor hasta la llegada del próximo del mismo grupo.

Es de esperarse que los valores obtenidos por este método no corresponden estrictamente con la realidad y esto es natural en vista que las suposiciones técnicas que se toman para un grupo de ascensores además que dependiendo del fabricante de los equipos, estos tendrán prestaciones distintas a las del promedio del cual se toman los coeficientes con los que se construyen las tablas. Pero estas diferencias no son apreciables y los valores que del cálculo se obtienen son bastante representativos.

“Se analizan estos resultados”, y de ellos se puede concluir no solo si cumple o no la norma COVENIN 621-3, también se puede estimar que tan lejos de obtener valores aceptables se está. Comparar los resultados teóricos arrojados por el Cálculo de Tráfico Vertical con los que se obtienen experimentalmente en las instalaciones del hospital fue el siguiente paso. Se obtienen conclusiones sobre la diferencia entre estos valores y poder así darle validez a las teorías del Tráfico Vertical en edificios.

Llegamos entonces a saber como podemos atacar el problema y cuales podrían ser algunas de las propuestas que se pueden hacer a los efectos de eliminarlo,

por ello se idean algunos planes con los que logramos reducir o eliminar las causas del problema.

Existirán varias propuestas mediante las cuales se puede solucionar parcial o totalmente el problema, se toman solamente las que tienen una alta factibilidad en todos los sentidos. Proyectos que involucran grandes mejoras a los más bajos costos son los ideales para tomar en cuenta en todo estudio ingenieril, pero previo a la toma de decisión se deben analizar algunos. **“Se proponen estas soluciones”** enumerando sus ventajas y desventajas.

Luego de comparar estas soluciones, **“Elegimos la propuesta más conveniente”** y exponiendo las razones por las cuales se seleccionó además de los beneficios a corto, mediano y largo plazo que presenta.

Una vez cumplidos todos estos pasos previos y obtenida la Propuesta de Modernización esperada, el proyecto culmina **“Elaborándose las conclusiones y recomendaciones del caso”** con lo que se dan respuestas finales al problema planteado.

4.1 EL PROYECTO ORIGINAL

El hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” lleva más de 30 años en operación y fue el primer gran hospital proyectado por el Instituto Venezolano del Seguro Social. El gasto de diseño fue alto, los equipos con los que se proveyó fueron los de última tecnología y en particular el sistema de elevación vertical incluyendo la connotación arquitectónica fue cuidadosamente calculado.

Originalmente se construyó un edificio de 13 pisos (actualmente área de Hospitalización) y se proyectaron 7 unidades elevadoras tipo hospital (camilleros) de 1800 Kg. de capacidad nominal con enormes máquinas de corriente continua marca: Brown Boveri de 34,5 Kw. que poseían las mejores prestaciones posibles para la época. Las paradas eran suaves en vista de la utilización de motores generadores que convierten la corriente alterna proveniente de la calle en corriente continua, la cual se puede manejar variando la intensidad de trabajo para lograr arranques y detenciones suaves. Además se proyectaron también dos montacargas para el mismo edificio y así separar el tráfico de personas del de provisiones y cargas. Dichos montacargas se encargarían del despacho de sabanas, equipos, etc.

Por ser máquinas de alto rendimiento para la época, se estimó que poseían vidas útiles de más de 25 años siempre y cuando se regularizara un estricto plan de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo que garantizara el correcto uso de los equipos. Aún en estos momentos, los ascensores de pasajeros del área de hospitalización prestan servicio, aunque con muchos inconvenientes pero de forma regular.

Al proyecto luego se le incluyó un edificio anexo de 5 plantas que contemplaría entre otras cosas los dos servicios de emergencia (emergencia de adulto y pediátrica), los 17 quirófanos con que cuenta el hospital (todos en el piso 5 del área quirúrgica) y algunas áreas administrativas. Se tuvo entonces que replantear el tráfico de personas y de vehículos dentro de las instalaciones ya que esta nueva edificación se comunica con el edificio original en los primeros cinco pisos. Se decidió entonces equipar esta nueva área con dos elevadores de 1800 Kg. de capacidad, camilleros también, que debían ser de uso casi exclusivo para el área quirúrgica.

Se construye luego en los sótanos del hospital los servicios de Radiología y Medicina Nuclear con lo que se hace necesario crear un acceso directo a esta área subterránea del hospital. Se construyen entonces dos elevadores externos no panorámicos de 1600 Kg. de capacidad (expresos) entre el piso 1 que es el principal y el sótano.

Con estos dos últimos se completa el sistema de transporte vertical adicionando a esto otro montacargas en el área quirúrgica. Ya con este equipamiento ha venido funcionando el sistema de elevación desde hace aproximadamente 20 años, en los cuales el descuido y la desidia de las autoridades y el maltrato del público en general han hecho decaer en gran medida la calidad del servicio prestado.

Pero no solo es responsabilidad de autoridades y público el hecho de que las actuales instalaciones en las que funciona el hospital Dr. Miguel Pérez Carreño no sean capaces de satisfacer la demanda existente de transporte vertical. Sencillamente las modificaciones internas y externas del hospital han cambiado los requerimientos del sistema.

Si evaluamos el proyecto original en las condiciones en que el hospital fue diseñado resulta un análisis muy satisfactorio acerca de la eficiencia con la que teóricamente el sistema de transportación vertical respondía a la máxima demanda poblacional que podía requerir sus servicios en determinado momento. En cifras, la población total estimada, que llamaremos más adelante B, hasta los años setenta podía ser calculada con un factor ocupacional máximo de tres personas por cama que es un 60% del valor actual para hospitales, y teniendo en cuenta que el número total de camas de hospitalización ha crecido desde entonces en un 10 % aproximadamente (debido a la puesta en funcionamiento de nuevos servicios hospitalarios) podemos aseverar que dicho valor de población total estimada no podía ser mayor que el 55% de la cifra actual.

Además de esto, originalmente las prestaciones nominales de los equipos instalados en condición de nuevos, lógicamente eran mejores que las que podemos obtener 35 años después. Poseían velocidades programables de hasta 3 m/s cargando un peso máximo de 1800 Kg. o lo que es equivalente transportando a un máximo de 24 personas por viaje. Comparar dichos números con la actualidad puede parecer desproporcionado e inútil pero vale decir que a pesar del relativo buen estado de estos equipos, no pueden operar a más de 1,8 m/s y a su vez frecuentemente no soportan cargas que representen más de 15 personas en ocasiones deteniéndose y creando en más de una oportunidad fallas en el sistema tractor en vista que ya no poseen la misma fuerza que antes.

Esto quiere decir entonces que el diseño de transporte original poseía cabinas que se desplazaban casi al doble de la velocidad actual siendo capaces de transportar confiablemente a un número de personas 30 % mayor que el actual. Pero no solo eso sino que habiendo un verdadero control de acceso a las instalaciones por medio de horarios de visitas preestablecidos, una buena distribución de ascensores por su

prioridad y una muy buena supervisión en el uso de estos, los usuarios podían tener la seguridad que serían rápidamente despachados y servidos hasta el nivel de su destino con la celeridad que se desea.

El edificio posee aún el diseño original en cuanto al transporte vertical. La infraestructura de este sistema incluyendo los montacargas existe y no ha sido prácticamente modificado en nada. Pero es evidente que la tecnología asociada a la actual instalación está caduca y los equipos han entrado en obsolescencia tecnológica.

La idea de este capítulo es evaluar como se desenvuelve el sistema de elevación original en los actuales momentos para las nuevas condiciones y determinar que tan imperativa es una modernización que devuelva a la edificación la fluidez del tráfico de personas y de vehículos a través de sus distintas zonas y niveles.

Esto incluirá la realización del cálculo de tráfico vertical correspondiente a este caso, en el que asumimos las prestaciones actuales del sistema y determinamos el nuevo valor de la población total estimada. Dicho cálculo arrojará resultados sumamente importantes en vista que su interpretación determinará la eventual necesidad de plantearse una Modernización del Sistema que inicialmente presumimos imprescindible. Comprobaremos mediante el método conocido como Elevatoring que la edificación del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño no cumple con la norma COVENIN 621-3, y por lo tanto se debe hacer un seguimiento a la causa para poder proponer medidas que puedan solventar la situación de insatisfacción de la demanda del servicio.

Capitulo IV. Análisis del Proyecto Original.

Evaluamos el estado actual de los equipos:

No de Ascensor	Servicio	Fallas
Hospitalización		
1	Dieta	FALLAS: (En funcionamiento)-Cabina en mal estado. -Puertas deterioradas. -No funciona la botonera (PISO 1).
2	Emergencia	FALLAS: (No esta en funcionamiento) Daños en el generador, problemas de rebobinado (bobina quemada), problemas de rolineras, de excitatriz, Guayas en mal estado (por fricción), sistema de tablero, sistema de operaciones eléctricas (contactores), cabina en mal estado, en piso 1 no tiene botonera, y en piso 1 no funciona el indicador de piso externo.
3	Personal	FALLAS: (En funcionamiento) -Falta de guaya. -Cabina en mal estado. -Problemas de excitatriz. Se le coloco un convertidor estático.
4	Personal	FALLAS: (En funcionamiento) -No para en el piso 6. -Cabina en mal estado. -Conexión telefónica no adecuada
5	Público	FALLAS: (No esta en funcionamiento)Problemas de excitatriz, contactores, tablero, bobinas, rolineras (reemplazo), generador (reemplazo), rodamientos del motor (cambio), ajuste de freno centrifugo, tacodinamo. El ascensor tenia dos años parado, pero actualmente solo le falta remodelación de cabina
6	Publico	FALLAS: (En funcionamiento)Cabina en mal estado
7	Carga y Público	FALLAS: (En funcionamiento)No tiene botonera externa porque es ascensor de carga.
Medicina Nuclear		

Capítulo IV. Análisis del Proyecto Original.

1	Todo	FALLAS: (No está en funcionamiento) -Indicador de piso externo averiado. -Falta base de las lámparas. -Ajuste de las puertas.(Motor de puerta). -Contactores. - Colocar ventilación -Cabina. - Botonera (Piso 1)
2	Todo	FALLAS: (En funcionamiento) -Golpe brusco de las puertas al abrir (motor de puerta averiado). -No funciona la ventilación (motor quemado). -Cabina en mal estado. -Piso de cabina con recubrimiento de plástico completo pero abombado. -Presencia de oxido en las paredes internas de la cabina. -Silla del ascensorista en mal estado.
Emergencia		
1	Todo	FALLAS: (No está en funcionamiento)
2	Todo	FALLAS: (No está en funcionamiento)
Montacargas		
1H	Carga	FALLAS: (No está en funcionamiento) 20 AÑOS FUERA DE SERVICIO
2H	Carga	FALLAS: (No está en funcionamiento) 10 AÑOS FUERA DE SERVICIO
1Q	Carga	FALLAS: (No está en funcionamiento)

Tabla 5. Estado Actual de las unidades y Fallas Actuales

Observando esta tabla podemos apreciar el bajo rendimiento que produce en el hospital dichos equipos. Sin embargo tales niveles de inoperatividad no serán tomados en cuenta a la hora de realizar el cálculo de tráfico vertical que a continuación será mostrado. En vez de eso, se asumirá que se cuenta con el número completo de ascensores disponibles para el transporte vertical en vista que nos interesa conocer el comportamiento del sistema obtenido de la totalidad de las unidades suponiendo que todas ellas están operativas y disponibles.

4.2 CÁLCULO DE TRÁFICO VERTICAL

A continuación se mostrara de la forma más detallada posible la realización del cálculo de los parámetros de tráfico presentes en la situación actual del hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” con los cuales responderemos a la pregunta original que arroja el problema en cuestión, ¿El sistema actual de transporte vertical cubre la demanda del servicio?.

Se debe ver este cálculo como una mera herramienta que utilizaremos para obtener esa respuesta y así darle pie al planteamiento de una modernización planificada con la cual volvamos a obtener los valores deseados de los parámetros de tráfico.

Tampoco se debe confundir este cálculo, con el que por ejemplo se hace en la planificación de nuevos proyectos, donde se hace uso de un procedimiento similar y se realiza por medio de iteraciones, asignando valores arbitrarios al número de ascensores, la capacidad nominal y la velocidad nominal de los equipos que se piensan instalar hasta que se obtienen valores de Intervalo Probable (I) y de la Capacidad de Transporte (C) permitidos por la Norma COVENIN 621-3. En este caso sabemos perfectamente el valor de las variables y simplemente calcularemos los parámetros indicados para así estimar y comparar con los estándares aceptables estos valores llegando entonces a conclusiones sobre si cumple o no la norma vigente y si satisface o no la demanda del servicio requerida.

Para simplificar el entendimiento de las cuentas y tomando en consideración que en el hospital existen tres baterías de ascensores (dos de ellas utilizables para el cálculo), primero se presentaran los cálculos separados para cada batería y luego se

sacaran los valores totales que representan al hospital. Las baterías denominadas 1 y 2, correspondientes al Área de Hospitalización y Área Quirúrgica respectivamente, son las utilizables para los efectos, en vista que la 3^{ra} batería no sirve pisos por encima de la planta principal del hospital, solo sirve como un enlace subterráneo expreso entre el piso 1 y el sótano, donde se encuentra el área de Medicina Nuclear y los equipos de radiología.

4.2.1 Cálculos del Sistema 1 (hospitalización)

4.2.1.1 Características del Edificio

Pisos servidos: (sot, PB, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)

Pisos con puerta de pasillo: Todos menos el 12

$$n_a = 11$$

$$e_p = 3,42 \text{ m}$$

$$\text{No Camas} = 550$$

4.2.1.2 Características del Ascensor

$$\varphi = 1 \text{ m/s}^2$$

$$V_n = 1,9 \text{ m/s}$$

$$P = 20 \text{ pers}$$

$$\text{Entrada libre mínima} = 1000 \text{ mm}$$

$$Z = 5 \text{ (no se incluyen en el cálculo el ascensor de emergencia ni el de dieta)}$$

4.2.1.3 Población

Por factor de ocupación de Apéndice A:

$$F = 5 \text{ pers/cama}$$

$$B = 5 \text{ pers / cama} \times 550 \text{ camas} = 2750 \text{ pers}$$

Por el Área Efectiva de Uso:

$$AEU = AT \times 0.75 = 40067 \text{ m}^2 \times 0.75 = 30050.25 \text{ m}^2 = 323458.2 \text{ ft}^2$$

$$\text{Densidad Estimada} = 125 \text{ ft}^2 / \text{pers}$$

$$B = \frac{323458.2 \text{ ft}^2}{125 \text{ ft}^2 / \text{pers}} = 2587.7 \text{ pers}$$

Se procede a tomar el valor más alto para el efecto de este cálculo.

Según la fórmula (9), para $P = 20$ el número de personas por viaje es:

$$P_v = \text{entero} \left(\frac{3.2}{20} + 0.7 \times 20 + 0.5 \right) = 14.66 \approx 15$$

Según fórmula (11), el número probable de paradas es:

$$n_p = n_s - \left[\sum_{i=1}^{na} \left(\frac{B - B_i}{B} \right)^{P_v} \right] = 10 - \left[\left(\frac{550 - 60}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 32}{550} \right)^{15} + \dots \right]$$

$$\left[\dots + \left(\frac{550 - 36}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 52}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 22}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 61}{550} \right)^{15} + \dots \right]$$

$$\left[\dots + \left(\frac{550 - 67}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 77}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 76}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 67}{550} \right)^{15} \right]$$

$$n_p = 7.6185$$

Calculando el Factor $\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}} \Rightarrow$

$$H_s = H_a - H_e \Rightarrow H_a = n_a x e_p$$

$$n_a = 11 \quad \Rightarrow H_a = 6.42m.x.11 = 37.62m$$

$$\Rightarrow H_e = n_e.x.e_p \Rightarrow n_e = 1$$

$$\Rightarrow H_e = 3.42m.x.1 = 3.42m$$

$$\Rightarrow H_s = 37.62m + 3.42m = 41.04m$$

$$\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}} = \sqrt{\frac{(41.04m)x(1m/s^2)}{7.6185}} = 2.32m/s$$

Se sabe que: $2.32m/s \geq 1.9m/s = V_n$

Entonces si no hay zona expresa y $V_n < \sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}}$, el TVC es igual a:

$$TVC = \frac{2xH_a}{V_n} + \left(\frac{V_n}{\phi} + T_1 \right) x (n_p + 1) + T_2 x P_v$$

$T_1 = 4,3 \text{ seg}$ por Apéndice G, con entrada libre = 1000 mm y $V_n = 1,9 \text{ m/s}$

$T_2 = 2 \text{ seg}$ por Apéndice H, con entrada libre = 1000 mm

$$TVC = \frac{2x37.62m}{1.9m/s} + \left(\frac{1.9m/s}{1m/s^2} + 4.3seg \right) x (7.6185 + 1) + 2seg.x.15 = 123.03seg$$

Utilizando el factor de 10 % indicado en el Apéndice B el tiempo adicional es:

$$TA = \frac{123.03\text{seg} \cdot 10}{100} = 12.30\text{seg}$$

Y el Tiempo Total de Viaje es:

$$TTV = TVC + TA = 123.03\text{seg} + 12.30\text{seg} = 135.34\text{seg}$$

Según la fórmula (1) La Capacidad de Transporte es:

$$C_{AH} = \frac{300 \cdot P_v \cdot Z \cdot 100}{TTV \cdot B} = \frac{300 \cdot 15 \cdot 5 \cdot 100}{135.34\text{seg} \cdot 2750\text{pers}} = 6.05\%$$

Según la fórmula (2) El Intervalo Probable es:

$$I_{AH} = \frac{TTV}{Z} = \frac{135.34\text{seg}}{5} = 27.07\text{seg}$$

4.2.2 Cálculos del Sistema 2 (área quirúrgica)

4.2.2.1 Características del Edificio

Pisos servidos: (sot, PB, 1, 2, 3, 4, 5)

Pisos con puerta de pasillo: Todos menos el 5

$$n_a = 4$$

$$e_p = 3,42 \text{ m}$$

No Camas = 550

4.2.2.2 Características del Ascensor

$$\varphi = 1 \text{ m/s}^2$$

$$V_n = 1 \text{ m/s}$$

$$P = 15 \text{ pers}$$

$$\text{Entrada libre mínima} = 1000 \text{ mm}$$

$$Z = 2$$

4.2.2.3 Población

Por factor de ocupación según Apéndice A:

$$F = 5 \text{ pers/cama}$$

$$B = 5 \text{ pers/cama} \times 128 \text{ camas} = 640 \text{ pers}$$

Según la fórmula (9), para $P = 15$ el número de personas por viaje es:

$$P_v = \text{entero} \left(\frac{3.2}{15} + 0.7 \times 15 + 0.5 \right) = 11.21 \approx 11$$

Según fórmula (11), el número probable de paradas es:

$$n_p = n_s - \left[\sum_{i=1}^{na} \left(\frac{B - B_i}{B} \right)^{P_v} \right] = 3 - \left[\left(\frac{640 - 180}{640} \right)^{11} + \left(\frac{640 - 160}{640} \right)^{11} + \left(\frac{640 - 300}{640} \right)^{11} \right]$$

$$n_p = 2.9303$$

Calculando el Factor $\sqrt{\frac{H_s \times \phi}{n_p}} \Rightarrow$

$$H_s = H_a - H_e \Rightarrow H_a = n_a \cdot x \cdot e_p$$

$$n_a = 4 \quad \Rightarrow H_a = 6.42m \cdot x \cdot 4 = 13.68m$$

$$\Rightarrow H_e = n_e \cdot x \cdot e_p \Rightarrow n_e = 1$$

$$\Rightarrow H_e = 3.42m \cdot x \cdot 1 = 3.42m$$

$$\Rightarrow H_s = 13.68m + 3.42m = 17.10m$$

$$\sqrt{\frac{H_s \times \phi}{n_p}} = \sqrt{\frac{(17.10m) \times (1m/s^2)}{2.9303}} = 2.42m/s$$

Se sabe que: $2.42m/s \geq 1m/s = V_n$

Entonces si no hay zona expresa y $V_n < \sqrt{\frac{H_s \times \phi}{n_p}}$, el TVC es igual a:

$$TVC = \frac{2 \times H_a}{V_n} + \left(\frac{V_n}{\phi} + T_1 \right) \times (n_p + 1) + T_2 \times P_v$$

$T_1 = 5.1$ seg por Apéndice G, con entrada libre = 1000 mm y $V_n =$
1m/s

$T_2 = 2$ seg por Apéndice H, con entrada libre = 1000 mm

$$TVC = \frac{2 \times 13.68m}{1m/s} + \left(\frac{1m/s}{1m/s^2} + 5.1seg \right) \times (2.9303 + 1) + 2seg \times 11 = 73.33seg$$

Utilizando el factor de 10 % indicado en el Apéndice B De COVENIN 621-3 el tiempo adicional es:

$$TA = \frac{73.33seg \times 10 \times 1}{100} = 7.33seg$$

Y el Tiempo Total de Viaje es:

$$TTV = TVC + TA = 73.33seg + 7.33seg = 80.67seg$$

Según la fórmula (1) La Capacidad de Transporte es:

$$C_{AQ} = \frac{300 \times P_v \times Z \times 100}{TTV \times B} = \frac{300 \times 1 \times 2 \times 100}{80.67seg \times 2750pers} = 2.97\%$$

Según la fórmula (2) El Intervalo Probable es:

$$I_{AQ} = \frac{TTV}{Z} = \frac{80.67seg}{2} = 40.33seg$$

4.2.3 Capacidad Total (Hospital)

$$C_{HOSPITAL} = C_{AH} + C_{AQ} = 6.06\% + 2.97\% = 9.02\%$$

4.2.4 Intervalo Probable Total (Hospital)

$$I_{HOSPITAL} = I_{AH} \times \frac{Z_{AH}}{Z_T} + I_{AQ} \times \frac{Z_{AQ}}{Z_T} = 27.07 \text{seg.} \times \frac{5}{7} + 40.33 \text{seg.} \times \frac{2}{7} = 30.85 \text{seg}$$

La interpretación de los valores en estos parámetros fundamentales del cálculo de tráfico vertical indica que **“EL HOSPITAL NO CUMPLE LA NORMA COVENIN 623-1”** en vista que el porcentaje de población que puede ser transportado en los 5 minutos críticos del día no llega al 12 % esperado por el Código Nacional de Ascensores de Pasajeros.

Y a pesar que en teoría el valor de Intervalo Probable del hospital esta dentro de los limites enmarcados en el código ya mencionado, ya que $I_{HOSPITAL} < 40 \text{ seg.}$, la realidad es muy diferente y esto se debe como ya se ha explicado a que para los efectos del cálculo de tráfico se supuso una disponibilidad de unidades del 100 % con lo cual estamos asumiendo que contamos con toda la capacidad de elevación de personas, premisa que sabemos falsa en vista que como muestra la Tabla 2 de Anexos, la disponibilidad real de las unidades de pasajeros en el hospital durante la realización de este trabajo especial fue del 48,5 %, y la disponibilidad de las unidades montacargas es de 0% desde hace por lo menos 10 años.

5.1 RESULTADOS

Se presentaran los resultados de todas las etapas de investigación y desarrollo que se realizaron en el hospital Dr. Miguel Pérez Carreño en el marco de la realización de éste proyecto. Para ello se explicaran todas las propuestas que surgieron a lo largo del proyecto en cuanto a las posibles mejoras que podía recibir el servicio de transporte vertical dentro del hospital.

5.1.1 Causas del Problema

Entre las razones por las que el sistema se encuentra en las actuales condiciones podemos enumerar unas cinco de gran relevancia y su heterogeneidad indica que las acciones que debemos tomar para reducir sus impactos son variadas. Van desde aspectos meramente técnicos, como la obsolescencia técnica que presentan los equipos hasta aspectos sociales como lo es la falta de disponibilidad de ascensoristas a determinadas horas.

El problema de los ascensoristas es realmente complejo ya que en busca de justificar sueldos y salarios se han creado puestos de trabajo a costa de cercenar los sistemas básicos de seguridad y de automatización que originalmente poseían los equipos para obligar a los ascensores a necesitar la acción de un operador dentro de la cabina.

El siguiente esquema ayudara a entender un poco las diversas causas que originan el incumplimiento de los requerimientos del sistema y por consiguiente la incapacidad de despachar el flujo de personas y vehículos dentro del hospital.

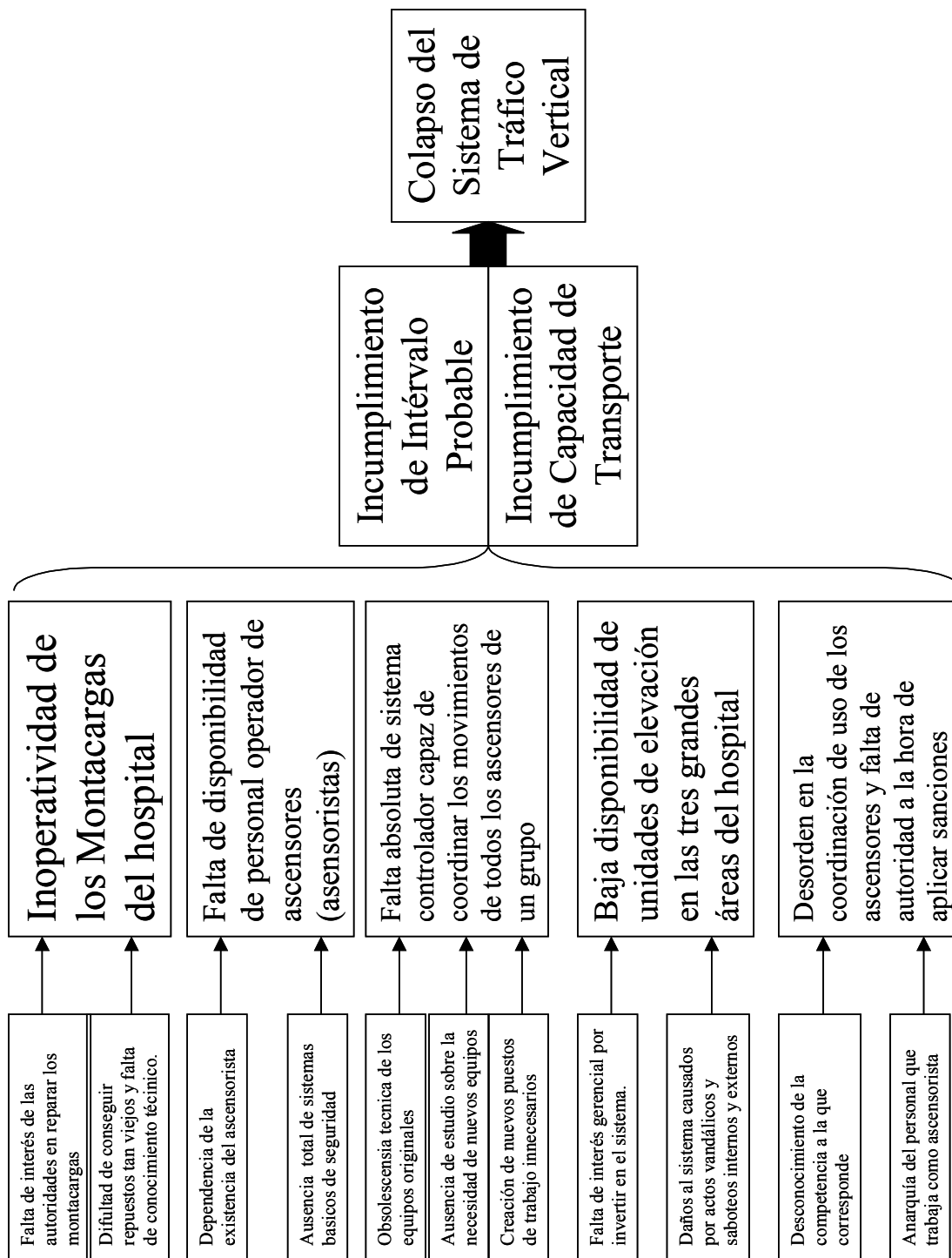


Figura 25. Causas del Problema.

Como podemos ver, las razones directas del colapso del sistema de tráfico son la incapacidad de cumplir con los requisitos planteados en las normas. Capacidad de transporte e Intervalo Probable son los términos que describen a los criterios para decidir si el sistema satisface o no la normativa y la demanda de tráfico.

Pero ¿Qué hace que el sistema no ofrezca la capacidad mínima deseada y sobrepase el tiempo de espera en vestíbulo máximo?. Una de las razones es la inoperatividad del sistema de elevación de montacargas. Este sistema fue puesto fuera de servicio hace más de 10 años en su totalidad y el descuido de los equipos es tal que ahora resulta muy costoso tratar de recuperarlos. Estaba diseñado para dividir el flujo del hospital entre personas y carga, así poseeríamos mejores tiempos de espera y una mejor capacidad de transportar personas en las cabinas de los ascensores de pasajeros. No hay planes de repotenciar dichos equipos alegando que los repuestos son muy difíciles de conseguir en la actualidad.

Otra causa es la baja disponibilidad de personal operador de ascensores ya mencionado. Esto afecta directamente la disponibilidad de los ascensores día a día. En la mayor parte del tiempo existe un valor de disponibilidad de ascensores mayor del que esta en operación, y esto se debe a que estos están sujetos a la disponibilidad de ascensoristas que por diversas razones no se encuentran en sus puestos de trabajo.

Las unidades fuera de servicio o no operativas son sin embargo una causa importante del incumplimiento y son alrededor de un 33 % en el área de Hospitalización, 95 % en el área de Emergencia y un 73 % en el área de Medicina Nuclear (ver Tabla 2 de Anexos).

A falta del sistema de control que integre las acciones del grupo de ascensores dentro del edificio, la administración del hospital se ve en la necesidad de determinar

que uso debe tener cada ascensor y eso está bien, sin embargo las autoridades no controlan bien el uso de los elevadores, ya que se sabe que el personal hace mal uso de los ascensores y los utilizan a su conveniencia muchas veces, no se respeta el orden de prioridades que debe existir dentro de un hospital y elevadores que tienen usos muy particulares y exclusivos son utilizados de la manera menos conveniente. Por ejemplo, el uso del ascensor exclusivo para transportar los carros de comida y de dietas para transportar la basura de los pisos superiores.

No existe en el hospital ni planillas ni procedimiento de reporte de fallas para el sistema de ascensores, lo que hace muy difícil ubicar las razones predominantes de las pérdidas del servicio, sin embargo se estima por medio de la opinión de los técnicos de la empresa contratista y por medio de la observación experimental a lo largo de la duración de este proyecto que el 90 % de las fallas y paradas inesperadas en el sistema pertenecen al armario de maniobra de los ascensores. Esto se hizo evidente cuando en abril del presente año se debió acondicionar el área de contactores ubicada dentro de la sala de máquinas en vista que se hacía imposible la operación de los ascensores de pasajeros ya que las condiciones del aire afectaban los componentes electromecánicos pertenecientes a los armarios de maniobra.

La razón de mayor relevancia y la cual será el motivo principal de la modernización planteada al final de este proyecto es la ausencia de un sistema controlador capaz de vincular y coordinar los movimientos de los ascensores y así asegurar que una computadora sea la encargada de decidir cual de los ascensores pertenecientes a un grupo es el más adecuado para la atención de una llamada en particular que se produce en un piso. Este sistema generalmente viene en el cuerpo físico del cuadro de maniobra o ahora es comúnmente llamado drive de control.

5.1.2 Posibles Soluciones

Existe la posibilidad de atacar las causas fundamentales del problema por medio de la respuesta más inmediata a la pregunta básica de: **¿Cómo conseguir que nuestro sistema alcance los niveles aceptados de Capacidad de transporte y de Intervalo Probable?** La primera respuesta que pasaría por la mente de cualquiera es: Colocando más ascensores. Sin embargo se debe tener cuidado al tomar decisiones en este sentido, ya que proyectar más ascensores para una edificación construida y quizás con varios años de uso puede resultar un verdadero problema, en la mayoría de los casos no se cuenta con el espacio suficiente para las instalaciones y en otros resulta estructuralmente imposible tal idea, sin tomar en cuenta lo relativamente costoso de un proyecto de esta naturaleza.

A pesar de eso, en este capítulo evaluaremos mediante un nuevo cálculo de tráfico vertical, que tan provechoso sería para el hospital la incorporación de un número aún no determinado de unidades que será capaz por lo menos de cumplir las exigencias de la norma COVENIN 621-3. Para esto realizaremos iteraciones suponiendo las características de un(os) nuevo(s) equipo(s) que hipotéticamente se instalen en algún lugar de la edificación. Llamaremos a este nuevo grupo del hospital Área Nueva (AN), tendrá que servir los mismos pisos que la batería del área de hospitalización y supondremos inicialmente una unidad estándar camillera.

5.1.3 Instalación de un (1) nuevo ascensor

5.1.3.1 Características del Edificio

Pisos servidos: (sot, PB, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)

Pisos con puerta de pasillo: Todos menos el 12

$$n_a = 11$$

$$e_p = 3,42 \text{ m}$$

$$\text{No Camas} = 550$$

5.1.3.2 Características del Ascensor

$$\varphi = 1 \text{ m/s}^2$$

$$V_n = 3 \text{ m/s}$$

$$P = 20 \text{ pers}$$

$$\text{Entrada libre mínima} = 1000 \text{ mm}$$

5.1.3.3 Población

Por factor de ocupación del Apéndice A:

$$F = 5 \text{ pers/cama}$$

$$B = 5 \text{ pers/cama} \times 550 \text{ camas} = 2750 \text{ pers}$$

Según la fórmula (9), para $P = 20$ el número de personas por viaje es:

$$P_v = \text{entero} \left(\frac{3.2}{20} + 0.7 \times 20 + 0.5 \right) = 14.66 \approx 15$$

Según fórmula (11), el número probable de paradas es:

$$n_p = n_s - \left[\sum_{i=1}^{na} \left(\frac{B - B_i}{B} \right)^{P_v} \right] = 10 - \left[\left(\frac{550 - 60}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 32}{550} \right)^{15} + \dots \right]$$

$$\left[\dots + \left(\frac{550 - 36}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 52}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 22}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 61}{550} \right)^{15} + \dots \right]$$

$$\left[\dots + \left(\frac{550 - 67}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 77}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 76}{550} \right)^{15} + \left(\frac{550 - 67}{550} \right)^{15} \right]$$

$$n_p = 7.6185$$

Calculando el Factor $\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}} \Rightarrow$

$$H_s = H_a - H_e \Rightarrow H_a = n_a \cdot x \cdot e_p$$

$$n_a = 11 \quad \Rightarrow H_a = 6.42m \cdot x \cdot 11 = 37.62m$$

$$\Rightarrow H_e = n_e \cdot x \cdot e_p \Rightarrow n_e = 1$$

$$\Rightarrow H_e = 3.42m \cdot x \cdot 1 = 3.42m$$

$$\Rightarrow H_s = 37.62m + 3.42m = 41.04m$$

$$\sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}} = \sqrt{\frac{(41.04m) x (1m/s^2)}{7.6185}} = 2.32m/s$$

Se sabe que: $2.32m/s \leq 3m/s = V_n$

Entonces si no hay zona expresa y $V_n > \sqrt{\frac{H_s x \phi}{n_p}}$, el TVC es igual a:

$$TVC = \frac{2xH_a}{\sqrt{\frac{H_a x \phi}{n_p}}} + \frac{V_n}{\phi} + \frac{H_a}{V_n} + T_1 x (n_p + 1) + T_2 x P_v$$

$T_1 = 3.95 \text{ seg}$ por Apéndice G, con entrada libre = 1000 mm y $V_n = 3\text{m/s}$

$T_2 = 2 \text{ seg}$ por Apéndice H, con entrada libre = 1000 mm

$$TVC = \frac{2x37.62m}{\sqrt{\frac{37.62m.x.1m/s^2}{7.6185}}} + \frac{3m/s}{1m/s^2} + \frac{37.62m}{3m/s} + 3.95\text{seg}.x.(7.6185 + 1) + 2\text{seg}.x.15 = 113.44\text{seg}$$

Utilizando el factor de 10 % indicado en el Apéndice B, el tiempo adicional es:

$$TA = \frac{113.44\text{seg}.x.10.x.1}{100} = 11.34\text{seg}$$

Y el Tiempo Total de Viaje es:

$$TTV = TVC + TA = 113.44\text{seg} + 11.34\text{seg} = 124.78\text{seg}$$

Según la fórmula (1) La Capacidad de Transporte es:

$$C_{AN} = \frac{300xP_v x Z x 100}{TTV x B} = \frac{300x15x1x100}{124.78\text{seg}.x.2750\text{pers}} = 1.31\%$$

Como este ascensor asiste los mismos pisos que los del Grupo 1, se incluirá en él de la siguiente manera.

Nuevo TTV del grupo 1:

$$TTV = \frac{135.34seg.x.5 + 124.78seg.x.1}{6} = 133.58seg$$

Según la fórmula (2) El Intervalo Probable es:

$$I_{AH} = \frac{TTV}{Z} = \frac{133.58seg}{6} = 22.26seg$$

5.1.3.4 Capacidad Total (Hospital)

$$C_{HOSPITAL} = C_{AH} + C_{AQ} + C_{AN} = 6.05\% + 2.97\% + 1.31\% = 10.33\%$$

5.1.3.5 Intervalo Probable Total (Hospital)

$$I_{HOSPITAL} = I_{AH} \times \frac{Z_{AH}}{Z_T} + I_{AQ} \times \frac{Z_{AQ}}{Z_T} = 22.26seg \times \frac{6}{8} + 40.33seg \times \frac{2}{8} = 26.78seg$$

Como nos podemos dar cuenta, no es suficiente con la instalación de una sola nueva unidad elevadora, así que haciendo el cálculo para colocar tres (3) unidades nuevas obtenemos:

5.1.4 Instalación de tres nuevos ascensores

$$C_{HOSPITAL} = C_{AH} + C_{AQ} + C_{AN} = 6.05\% + 2.97\% + 3.93\% = 12.95\%$$

$$I_{HOSPITAL} = I_{AH} \times \frac{Z_{AH}}{Z_T} + I_{AQ} \times \frac{Z_{AQ}}{Z_T} = 16.42 \text{seg.} \times \frac{8}{10} + 40.33 \text{seg.} \times \frac{2}{10} = 21.2 \text{seg}$$

Cifras que si satisfacen las normas de tráfico vertical y con las cuales podemos garantizar un eficiente servicio de transporte.

Más conveniente que eso sería organizar un plan que acabe con las causas del problema, debemos entonces hallar una respuesta a cada una de las razones que provocan dicho problema. La manera más obvia según la cual podemos hacer esto, es revisando una por una estas razones y analizar la manera más adecuada de enfrentar cada cual. De las cinco grandes causas representadas en el diagrama, algunas tienen soluciones relativamente fáciles de conseguir. Otras, como se vera luego, requieren un verdadero compromiso de inversión por parte de la institución interesada en resolver el problema. Pero empecemos a analizar a muy groso modo una por una:

1. La *Inoperatividad de los Montacargas* es un problema que se puede resolver con verdadera voluntad de parte del departamento de ingeniería, ya que los equipos aunque en un gran descuido por parte de la institución, poseen aún todos sus elementos constitutivos y son repotenciables consiguiendo los repuestos adecuados.
2. La *Falta de Disponibilidad de Ascensoristas* puede tener solución en una verdadera supervisión por parte del hospital, ya que se conoce que en la

actualidad se cuenta con una nomina suficiente para cubrir la necesidad de operadores de ascensor, sin embargo suceden ausencias de personal injustificadas y estos muchas veces se encuentran dentro de las instalaciones del hospital pero no en sus lugares de trabajo.

3. El *Desorden en la Coordinación en el uso de los Ascensores* es otro problema con origen administrativo, se debe responsabilizar a algún departamento de que se cumpla lo establecido en las señales de pasillo, es decir, en los corredores y pasillos del piso 1 (piso principal del hospital) hay señalización concerniente al uso que debe tener cada ascensor:
 - En hospitalización: 1 Dieta, 2 Emergencia (doble puerta), 3 y 4 personal, 5 y 6 público general y 7 Carga y Público.
 - En emergencia: 1 y 2 Todo Uso.
 - En Medicina Nuclear: 1 y 2 Todo Uso.
4. La *Baja Disponibilidad de Unidades de Elevación* se puede reducir implementando un verdadero y consiente programa de mantenimiento organizado, o sea, un plan de mantenimiento preventivo y un plan de mantenimiento correctivo diseñados con la finalidad de reducir los tiempos paradas programadas y también aumentar la eficiencia de los equipos. Otra manera de reducir esta es causa evitando que se cometan actos vandálicos y que perjudiquen a los equipos otorgándole a las cabinas y botoneras de piso de elementos de seguridad que impidan saboteos de agentes externos e inclusive internos.
5. La verdadera razón de una modernización profunda es la *Falta Absoluta de un Sistema Controlador* que a pesar de que no es nada nuevo en el mercado y es más bien común, en el hospital Pérez Carreño esta desactivado desde hace ya bastantes años. En vez de eso, cada ascensor cuenta con un armario de control de maniobra individual de dimensiones bastante considerables si se comparan con las actuales unidades que se instalan en edificios similares y estos armarios se constituyen de complejos circuitos integrados por numerosos elementos electromecánicos como

contactores. Básicamente los componentes necesarios para cumplir la función que desarrollan los cuadros de maniobra no han cambiado mucho, pero se han sustituido estos elementos ruidosos y voluminosos por componentes electrónicos y chips integrados de menor tamaño.

Pero no solo razones estéticas y dimensionales son las responsables de otorgarle la mayor importancia a esta causa, también se puede notar que la gran cantidad de componentes que integran los actuales armarios de maniobra se constituyen relativamente en la primera causa de reportes de fallas para los ascensores cuando se comparan con las fallas reportadas por el resto de los componentes del ascensor.

Los cuadros de maniobra que poseían las unidades hace 35 años aún hoy siguen funcionando en el hospital y han venido causando que los tiempos fuera de servicio se hallan incrementado considerablemente. Sin embargo la resistencia de la dirección del hospital a realizar un análisis del sistema elevador confirma que se esta conciente del problema desde hace ya bastante tiempo y no se ha querido admitir la necesidad que se tiene de reemplazar el sistema de control no solo por actualización sino por resolver el problema principal de colapso del sistema de tráfico vertical.

En líneas generales se puede decir que podemos obtener algunos planes que por separado resuelvan algunas de las causas del problema actual del hospital, están podrían ser:

1. Elaboración e Implementación de Planes de Mantenimiento.
2. Mejorar la Supervisión por parte de las autoridades del hospital en cuanto al uso de cada ascensor y en cuanto al cumplimiento de los horarios de trabajo por parte de los ascensoristas.

3. Colocar en funcionamiento los tres montacargas del hospital.

Aún más conveniente sería promover estas tres acciones al mismo tiempo y así lograr una más integral solución del problema, se resolvería todas las causas menos una y de esta manera obtendríamos mejores tiempos de espera en el piso principal, así como una separación efectiva de los flujos de tráfico de vehículos y de personas, también esperaríamos que en todo momento existan ascensores disponibles para el personal, para el público y para los usos especiales.

Pero ni aún así resolvemos el gran problema de la obstrucción y retardo del tráfico con su consecuente colapso del sistema de transporte vertical. Tampoco resolvemos que las llamadas de servicio que se hacen desde cada uno de los pisos no sean respondidas por el sistema. Hace falta que el sistema responda con el número actual de ascensores los requerimientos críticos necesarios de capacidad de transporte y de tiempos de espera para poder garantizar la satisfacción de la demanda. El diseño de la edificación que fué concebida para el tránsito de una población mucho menor que la actual debe seguir siendo la misma y ya hemos visto que no es muy sensato pensar en la instalación de ascensores externos (panorámicos o no) como solución principal al problema en vista de los costos que esto arrojaría.

5.1.5 Solución Propuesta

Descartando entonces de plano la instalación de nuevos ascensores externos en algún sitio estratégico del hospital construyendo la obra civil asociada a esta, caemos en cuenta que el número de ascensores con los que contamos es el mismo que con los que se proyectó cada una de las áreas del hospital. Es decir, tenemos un máximo de 7 ascensores de pasajeros en hospitalización, 2 en emergencia y 2 mas

destinados a bajar al sótano donde se encuentra el área de Medicina Nuclear. También contaríamos en el mejor de los casos con tres montacargas que ayudarían a solventar la separación de tráfico propuestas por muchos autores.

El estado actual de las instalaciones del sistema de tráfico vertical propicia la implementación de un plan de Modernización en el cual se actualice el sistema dotándolo de un cuadro de maniobra o control capaz de manejar los ascensores como un grupo y capaz de seleccionar el ascensor más idóneo para la atención de una llamada de servicio. Y digo que el sistema actual favorece dicho plan ya que a pesar de su longevidad, el sistema de ascensores en el hospital “Dr. Miguel Pérez Carreño” conserva aún hoy algunas características técnicas como: una estructura acorde con las normas, grupos tractores, bastidores, paracaídas, cabinas y guías en buenas condiciones operativas y guayas bajo periódicas rutinas de revisión.

Por lo tanto la solución propuesta consiste en **“El desarrollo Integral de un Plan de Modernización de las Unidades Elevadoras del Área de Hospitalización, además de la Revisión y Reparación Total de los Equipos que no sean Reemplazados”**, con lo cual el sistema del área de hospitalización, que es el más grande e importante de las instalaciones del hospital, adquirirá las características de automático y con esto no se requeriría la adquisición de nuevas unidades que elevarían los costos de la obra en un 200%.

5.1.6 Estudio detallado del Plan de Modernización

La modernización planteada se ilustra en la Figura 2 de Anexos, en ella podemos apreciar la cantidad de detalles que involucra la mera sustitución del cuadro de maniobra del cual tanto se ha hablado. Este esquema facilitado por una de las

empresas del ramo, nos indica que todo lo que lleva conexión electrónica al controlador o Drive, además de algunos componentes mecánicos como los operadores de puerta y sistemas de seguridad deben ser sustituidos a la hora de programar una modernización del sistema de control.

Este estudio consiste en la comparación que se realizó entre las cotizaciones presentadas por algunas de las compañías involucradas en el negocio de los ascensores, acerca de un plan que involucra:

1. Sustitución de los Cuadros de Maniobra de todos los ascensores del grupo 1 (área de hospitalización), con todo los cambios que eso conlleva. Estos cambios involucran:
 - a. Reemplazo de Botoneras de piso y Cuadro de Mando de Cabina.
 - b. Sustitución de todo el cableado eléctrico del foso incluyendo cable viajero.
 - c. Sustitución de interruptores y sistemas de alarma.
 - d. Instalación de sensores de posición.
 - e. Cambio del sistema de iluminación de foso y de cabina.
 - f. Sustitución de circuitos de ventilación de foso y cabina.
 - g. Reemplazo de señalizadores digitales de piso y de cabina.
 - h. Cambio de operadores de puerta (motores accionadores de puertas).
2. Elaboración de un plan de recuperación del sistema de Montacargas del hospital.
3. Revisión y reparación total de los equipos que no serán sustituidos, tales como:
 - a. Motores generadores.
 - b. Máquinas de corriente continua.
 - c. Guías de foso.

- d. Bastidor de carro
- e. Exterior e Interior de cabina.
- f. Guayas.

Este trabajo le dará al sistema las condiciones necesarias para la operación confiable de los equipos y le agregara vida útil.

Las empresas a las que se recurrió a la hora de evaluar los costos del proyecto son de gran trayectoria y reconocimiento en el ámbito internacional. Entre las empresas a las que se le presento el proyecto de modernización se encuentra Midi OTIS, único distribuidor autorizado de la compañía trasnacional OTIS, también se le presentó a Ascensores Schindler de Venezuela que también es el representante de la afamada marca de ascensores Schindler. Además se le solicito cotización a la empresa M. A. Ferrotherm.

La cotización planteada por la empresa Midi OTIS en resumidas cuentas se describe a continuación y se presenta completa en la Tabla 4 de Anexos

Costo de Equipos y Componentes por unidad (\$):	39173,55
Costo de partidas como Seguros, Fletes, Verificación en Puerto de origen, derechos y tasa aduanal, transporte terrestre, instalación, ajuste y puesta en marcha, gastos administrativos, impuestos y margen de utilidad por unidad (\$) (80% adicional):	31338,84
TOTAL por unidad (\$):	70512,39

TOTAL Hospitalización (7 unidades)(\$): 493586,76

Estamos hablando de un proyecto de grandes proporciones y que requiere de un verdadero compromiso económico de parte de las autoridades del hospital y del Instituto Venezolano del Seguro Social (IVSS). La implementación de esta modernización se llevaría a cabo siguiendo un plan sistemático y coordinado en el que se proteja la comodidad del usuario ya que la realización de estos trabajos traerá como consecuencia algunos inconvenientes que en un hospital resultan más graves.

De la empresa Ascensores Schindler de Venezuela lamentablemente no se obtuvo una cotización comparable con la expuesta anteriormente, en vista que dicha empresa se negó a presupuestar un proyecto de modernización alegando la falta de compatibilidad técnica entre sus equipos y los instalados en el hospital, sin embargo se elaboro un proyecto mucho más grande en el que se supone la instalación de equipos completamente nuevos importados y de ultima línea. Esta cotización se presenta como Anexo B y en líneas generales estima maniobras colectivas selectivas controlados por una computadora Miconic TX y máquinas de corriente alterna y frecuencia variable. La obra tardaría aproximadamente 24 meses en ser entregada con su respectiva planificación que asegura la realización de los trabajos a la par de la rutina normal del hospital.

Los costos asociados se describen así:

Material Importado: Fabricación y Costos de Transporte a Puerto =	614120 \$
Nacionalización, Aranceles, Gastos Aduanales =	153530 \$
Material Nacional y Mano de Obra =	723720000 Bs.
Total Aproximado (7 unidades Hospitalización) =	1220000 \$

6.1 CONCLUSIONES

1. Las Instalaciones Físicas del Hospital Central Dr. Miguel Pérez Carreño de la ciudad de Caracas “**No Cumplen**” en la actualidad la Norma COVENIN 621-3 referente a tráfico vertical en edificios. En las condiciones que opera actualmente el sistema de transporte vertical y suponiendo que se cuenta con una disponibilidad de equipos del 100 %, este podría en el mejor de los casos movilizar al 9 % de la población total estimada que necesitará del servicio en los cinco minutos más críticos de flujo de personas dentro de la edificación, mientras que la legislación venezolana vigente solicita que los hospitales en particular trasladen al 12 % como mínimo.
2. Se comprobó que las Instalaciones del hospital en las condiciones originales en que fue construido satisfacían la norma ya mencionada en vista que poseía un sistema que contaba con una capacidad de transporte del ζ ? % de la población total estimada para ese entonces, con Intervalos Probables de espera en vestíbulo de ζ ? seg. lo que sin lugar a dudas era suficiente no solo para cumplir los requerimientos de la norma sino también para prestar un servicio de buena calidad.
3. Datos experimentales tomados durante este proyecto reflejan que las horas de tráfico crítico dentro de las instalaciones del hospital son las de la mañana, obteniéndose los picos de espera alrededor de las 8:15 a.m, los picos de tráfico de subida de 8:00 a 8:15 a.m y el pico de tráfico de bajada de las 10:15 a 10:45 a.m. Además también se obtuvo experimentalmente que el tiempo de espera promedio medido en el piso principal del edificio (piso 1) para el área de hospitalización es de ζ ? seg., lo que supera ampliamente el tiempo máximo esperado por el Código Nacional de Ascensores de Pasajeros que está fijado en 40 seg. para edificios institucionales de tipo Hospital.

4. La Disponibilidad de unidades de elevación durante la realización de este proyecto (del 30 de mayo al 3 de octubre de 2003) fue del 48,5 % aproximadamente para el hospital en general, siendo la disponibilidad en el área de hospitalización de 66,66 % , en el área quirúrgica del 5,5 % y en el área de Medicina Nuclear del 27,8 %. La bajísima disponibilidad de las unidades del área quirúrgica, que por cierto vale la pena decir son las encargadas de llevar los pacientes que llegan al área de emergencia directamente a los quirófanos ubicados en el piso 5, se explica por que luego de la instalación de nuevas unidades marca Schindler en marzo del presente año la obra no fue cancelada obligando a la empresa contratada a desactivar las unidades hasta recibir el pago correspondiente.
5. Ninguno de los ascensores de pasajeros posee fotocélula. Eso viola la norma COVENIN 621-4. Además no existe en el hospital ni planillas ni procedimiento de reporte de fallas para el sistema de ascensores, sin embargo se estima por medio de la opinión de los técnicos de la empresa contratista y por medio de la observación experimental a lo largo de la duración de este proyecto que el 80 % de las fallas y paradas inesperadas en el sistema pertenecen al armario de maniobra de los ascensores.
6. Las tres unidades de Montacargas con que cuenta el hospital se encuentran fuera de servicio desde hace más de 10 años, siendo una de las causas principales del Colapso del sistema de transporte vertical en la edificación.
7. El uso de los ascensores es múltiple, sin respetarse consideraciones de tráfico ni el uso predestinado de las unidades. Esto genera ineficiencia del sistema.
8. Se estima que el 90 % del mantenimiento referente a los ascensores es correctivo.
9. En la búsqueda de soluciones, queda descartada la posibilidad de proyectar la instalación de una o varias unidades nuevas de elevación adicionales a las baterías existentes al hospital, esto debido a el gran costo asociado a la obra en

general ya que estas unidades serian externas al edificio teniéndose que proyectar también la obra civil respectiva.

10. Queda en evidencia la necesidad de realizar una Modernización del sistema de ascensores dentro del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño en vista que el problema se vuelve crónico al pasar de los años y la calidad del servicio es muy deficiente en la actualidad, además que se incumple la legislación vigente en varios de sus artículos ocasionando riesgos a usuarios y personal de la institución.
11. La modernización planteada en este trabajo consta esencialmente de la sustitución de los cuadros de maniobra (controladores) de cada uno de los elevadores pertenecientes al sistema de ascensores del área de hospitalización. También la sustitución de todos aquellos componentes que conlleve el reemplazo de dicho sistema de control. Además la modernización también incluye la repotenciación y mantenimiento mayor de aquellos componentes que no serán sustituidos, tales como: Motores-generadores, máquinas de corriente continua, guayas, guías de carro y de contrapeso, foso, cabinas, etc.
12. Se solicitaron cotizaciones referentes a la modernización planteada a tres empresas que ofrecen servicios de este tipo en Venezuela, la cotización seleccionada arroja los siguientes costos:

Modernización (Hospitalización) = 494000 \$ aprox.

Nuevos Equipos (Hospitalización) = 1220000 \$ aprox.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar el plan de Modernización propuesto en este proyecto con lo que se solventaría la problemática del colapso del sistema de transporte vertical dentro de las instalaciones del hospital Dr. Miguel Pérez Carreño. La mejor opción entre las dos presentadas resulta ser la sustitución de cuadros de maniobras planteada por OTIS en vista del ahorro en costos, la prolongación de vidas útiles de los equipos y la garantía que presta la empresa.
2. Crear planillas y procedimientos de reporte de fallas de ascensores para así llevar un control de los componentes y una estadística de fallas recurrentes, además de facilitar los mantenimientos programados que también deben ser implementados.
3. Realizar las reparaciones y repotenciaciones respectivas a las unidades de montacargas para obtener la separación de tráfico necesaria para la fluidez adecuada de personas y vehículos dentro del hospital.
4. Se debe realizar una planificación de horarios para el uso de los ascensores, de acuerdo a las necesidades y en coordinación con los servicios involucrados. Esto permite una mejor eficiencia en la circulación.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

1. Cámara Venezolana de la Industria de Ascensores (CAVIA). “Guía General para el Usuario de Ascensores de Pasajeros”, Caracas, 2001.
2. Elevadores OTIS. “Manual del Proyectista”, 1998.
3. MIRAVETE, Antonio y LARROLDE, Emilio. “El Libro del Transporte Vertical”, Departamento de Ingeniería Mecánica del Centro Politécnico Superior de Ingenieros, Universidad de Zaragoza, España, 1998.
4. STRAKOSCH, George. “The Vertical Transportation Handbook”, John Wiley & Sons, New York, 1998.

Fuentes de tipo legal

1. COVENIN 621-1. “Código Nacional para Ascensores de Pasajeros, Parte 1: Definiciones”. FONDONORMA, Caracas, 1993.
2. COVENIN 621-3. “Código Nacional para Ascensores de Pasajeros, Parte 3: Tráfico Vertical”, FONDONORMA, Caracas, 1997.
3. COVENIN 621-4. “Código Nacional para Ascensores de Pasajeros, Parte 4: Equipos y Maquinarias”, FONDONORMA, Caracas, 1995.
4. COVENIN 621-2. “Código Nacional para Ascensores de Carga”, FONDONORMA, Caracas, 1997.

Trabajos Especiales de Grado

1. MIZHANI, Daniel. “Sistema de Elevación Vertical”, Informe de Pasantía de Ingeniería Mecánica de la Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, 2000.
2. RODRÍGUEZ, Javier. “Análisis y Evaluación del sistema de transporte vertical en el hospital militar Carlos Arvelo”, Informe de Pasantía de Ingeniería Mecánica de la Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, 2002.

Otras Fuentes

1. MIDI. OTIS, “Técnicas para la detección y solución de fallas eléctricas en equipos OVF 10”. 2002
2. OTIS, “Catálogo Elevonic 411”, 2002

Internet

1. www.otis.com
2. www.ve.schindler.com

Apéndices

Apéndice A

Determinación del Factor de Ocupación, Capacidad de Transporte e Intervalo Probable de acuerdo al tipo y uso de la edificación. [COVENIN 621-3: 1997]

Tipos de Edificio	Uso	Descripción	Factor de Ocupación	C (%)	I (s)
Viviendas Multifamiliares	Residencial Paradas Continuas		1,75 pers/hab	6,5	95
	Residencial Paradas Alternas				137
Oficinas y Comercios	Único	Predomina Una sola Empresa o Firma	8 m2/pers	16	40
	Diversificado	Varias Firmas y Ninguna Predomina	8 m2/pers	13	40
Oficinas Publicas	Dependencias del Gobierno		8 m2/pers	18	35
Hoteles			2 pers/hab	12	40
Hospitales			5 pers/cama	12	40
Clinicas			4 pers/cama	12	40
Nota 1: Cuando se trate de edificios y comercios cuya magnitud permita alcanzar la capacidad mínima de transporte con uno, dos o tres ascensores el intervalo maximo tendrá los valores siguientes:					
Número de Ascensores	Intervalo Maximo				
Uno	70 s (siempre y cuando la edificación no tenga más de cinco plantas superiores servidas por el ascensor)				
Dos	55 s				
Tres	45 s				
Nota 2: No aplicará a los ascensores ya instalados (cuyos equipos han sido ya adquiridos)					

Apéndice B

Determinación del tiempo adicional dependiendo del tipo de edificio. [COVENIN 621-3: 1997]

Tipo de Edificio	Tiempo Adicional (TA) (s)
Viviendas Multifamiliares	3,5 % del TVC por cada Sótano
Oficinas Comerciales	10 % del TVC por cada Sótano
Oficinas Publicas	10 % del TVC por cada Sótano
Hotel	10 % del TVC por cada Sótano

Apéndice C

Paradas Probables (np) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos (ns) por el ascensor, cuando cada piso tenga aproximadamente la misma población. (Inicio). [COVENIN 621-3: 1997]

ns	Pv														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1,5	1,75	1,88	1,94	1,97	1,98	1,99	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1,67	2,11	2,41	2,6	2,74	2,82	2,88	2,92	2,95	2,97	2,98	2,98	2,99	2,99
4	1	1,75	2,31	2,73	3,05	3,29	3,47	3,6	3,7	3,77	3,83	3,87	3,9	3,93	3,95
5	1	1,8	2,44	2,95	3,36	3,69	3,95	4,16	4,33	4,46	4,57	4,66	4,73	4,78	4,82
6	1	1,83	2,53	3,11	3,59	3,99	4,33	4,6	4,84	5,03	5,19	5,33	5,44	5,53	5,61
7	1	1,86	2,59	3,22	3,76	4,22	4,62	4,96	5,25	5,5	5,72	5,9	6,06	6,19	6,31
8	1	1,88	2,64	3,31	3,9	4,41	4,86	5,25	5,59	5,9	6,16	6,39	6,59	6,77	6,92
9	1	1,89	2,68	3,38	4,01	4,56	5,05	5,49	5,88	6,23	6,54	6,81	7,05	7,27	7,46
10	1	1,9	2,71	3,44	4,1	4,69	5,22	5,7	6,13	6,51	6,86	7,18	7,46	7,71	7,94
11	1	1,91	2,74	3,49	4,17	4,79	5,36	5,87	6,33	6,76	7,14	7,5	7,81	8,1	8,37
12	1	1,92	2,76	3,53	4,23	4,88	5,47	6,02	6,52	6,97	7,39	7,78	8,13	8,45	8,75
13	1	1,92	2,78	3,56	4,29	4,96	5,58	6,15	6,67	7,16	7,61	8,02	8,41	8,76	9,09
14	1	1,93	2,79	3,59	4,33	5,03	5,67	6,26	6,81	7,33	7,8	8,25	8,66	9,04	9,39
15	1	1,93	2,8	3,62	4,38	5,08	5,75	6,36	6,94	7,48	7,98	8,45	8,88	9,29	9,67
16	1	1,94	2,82	3,64	4,41	5,14	5,82	6,45	7,05	7,61	8,13	8,62	9,09	9,52	9,92
17	1	1,94	2,83	3,66	4,45	5,18	5,88	6,53	7,15	7,73	8,27	8,79	9,27	9,72	10,15
18	1	1,94	2,84	3,68	4,47	5,23	5,94	6,61	7,24	7,84	8,4	8,93	9,44	9,91	10,36
19	1	1,95	2,84	3,7	4,5	5,26	5,99	6,67	7,32	7,94	8,52	9,07	9,59	10,09	10,56
20	1	1,95	2,85	3,71	4,52	5,3	6,03	6,73	7,4	8,03	8,62	9,19	9,73	10,25	10,73
21	1	1,95	2,86	3,72	4,55	5,33	6,08	6,79	7,46	8,11	8,72	9,31	9,86	10,39	10,9
22	1	1,95	2,87	3,74	4,57	5,36	6,11	6,84	7,53	8,18	8,81	9,41	9,98	10,53	11,05
23	1	1,96	2,87	3,75	4,58	5,38	6,15	6,88	7,58	8,25	8,9	9,51	10,09	10,66	11,19
24	1	1,96	2,88	3,76	4,6	5,41	6,18	6,93	7,64	8,32	8,97	9,6	10,2	10,77	11,32
25	1	1,96	2,88	3,77	4,62	5,43	6,21	6,97	7,69	8,38	9,04	9,68	10,29	10,88	11,45
26	1	1,96	2,89	3,78	4,63	5,45	6,24	7	7,73	8,44	9,11	9,76	10,39	10,99	11,56
27	1	1,96	2,89	3,78	4,64	5,47	6,27	7,04	7,78	8,49	9,17	9,83	10,47	11,08	11,67
28	1	1,96	2,89	3,79	4,66	5,49	6,29	7,07	7,82	8,54	9,23	9,9	10,55	11,17	11,77
29	1	1,97	2,9	3,8	4,67	5,51	6,32	7,1	7,85	8,58	9,29	9,97	10,62	11,26	11,87
30	1	1,97	2,9	3,8	4,68	5,52	6,34	7,13	7,89	8,63	9,34	10,3	10,69	11,34	11,96

Paradas Probables (np) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos (ns) por el ascensor, cuando cada piso tenga aproximadamente la misma población. (Final). [COVENIN 621-3: 1997]

ns	Pv														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	3,96	3,97	3,98	3,98	3,99	3,99	3,99	3,99	4	4	4	4	4	4	4
5	4,86	4,89	4,91	4,93	4,94	4,95	4,96	4,97	4,98	4,98	4,98	4,99	4,99	4,99	4,99
6	5,68	5,73	5,77	5,81	5,84	5,87	5,89	5,91	5,92	5,94	5,95	5,96	5,96	5,97	5,97
7	6,41	6,49	6,56	6,63	6,68	6,73	6,75	6,8	6,83	6,85	6,87	6,89	6,91	6,92	6,93
8	7,06	7,17	7,28	7,37	7,45	7,52	7,58	7,63	7,68	7,72	7,75	7,78	7,81	7,83	7,85
9	7,63	7,78	7,92	8,04	8,15	8,24	8,33	8,4	8,47	8,53	8,58	8,63	8,67	8,7	8,74
10	8,15	8,33	8,5	8,68	8,78	8,91	9,02	9,11	9,2	9,28	9,35	9,42	9,48	9,53	9,58
11	8,61	8,82	9,02	9,2	9,36	9,51	9,65	9,77	9,88	9,98	10,08	10,16	10,24	10,31	10,37
12	9,02	9,27	9,49	9,7	9,89	10,27	10,23	10,38	10,51	10,64	10,75	10,85	10,95	11,04	11,12
13	9,39	9,67	9,92	10,16	10,38	10,58	10,77	10,94	11,1	11,24	11,38	11,5	11,62	11,72	11,82
14	9,72	10,03	10,31	10,58	10,82	11,05	11,26	11,45	11,64	11,8	11,96	12,11	12,24	12,37	12,48
15	10,03	10,36	10,67	10,96	11,23	11,48	11,71	11,93	12,14	12,23	12,51	12,67	12,83	12,97	13,11
16	10,3	10,66	10,99	11,31	11,6	11,87	12,13	12,37	12,6	12,81	13,01	13,2	13,37	13,54	13,69
17	10,56	10,93	11,29	11,63	11,94	12,24	12,52	12,78	13,03	13,27	13,49	13,69	13,89	14,07	14,24
18	10,79	11,19	11,57	11,92	12,26	12,58	12,88	13,17	13,43	13,69	13,93	14,15	14,37	14,57	14,76
19	11	11,42	11,82	12,2	12,56	12,9	13,22	13,52	13,81	14,08	14,34	14,59	14,82	15,04	15,25
20	11,2	11,64	12,06	12,45	12,83	13,19	13,53	13,85	14,16	14,45	14,73	14,99	15,24	15,48	15,71
21	11,38	11,84	12,27	12,69	13,09	13,46	13,82	14,16	14,49	14,8	15,08	15,38	15,64	15,9	16,14
22	11,55	12,02	12,48	12,91	13,32	13,72	14,09	14,45	14,8	15,12	15,44	15,73	16,02	16,29	16,55
23	11,71	12,2	12,67	13,12	13,55	13,96	14,35	14,73	15,09	15,43	15,76	16,07	16,38	16,66	16,94
24	11,85	12,36	12,84	13,31	13,75	14,18	14,59	14,98	15,36	15,72	16,06	16,39	16,71	17,01	17,31
25	11,99	12,51	13,01	13,49	13,95	14,39	14,82	15,22	15,61	15,99	16,35	16,7	17,03	17,35	17,65
26	12,12	12,65	13,17	13,66	14,13	14,59	15,03	15,45	15,86	16,25	16,62	16,98	17,33	17,66	17,98
27	12,24	12,79	13,31	13,82	14,31	14,78	15,23	15,67	16,09	16,49	16,88	17,25	17,62	17,96	18,3
28	12,35	12,91	13,45	13,97	14,47	14,95	15,42	15,87	16,3	16,72	17,12	17,51	17,89	18,25	18,6
29	12,46	13,03	13,58	14,11	14,63	15,12	15,6	16,06	16,51	16,94	17,35	17,76	18,14	18,52	18,88
30	12,56	13,7	13,7	14,25	14,77	15,28	15,77	16,24	16,7	17,15	17,57	17,99	18,39	18,78	19,15

Apéndice D

Recorridos probables (hp) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos por el ascensor (ns). (Inicio). [COVENIN 621-3: 1997]

ns	Pv														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1,5	1,75	1,88	1,94	1,97	1,98	1,99	2	2	2	2	2	2	2	2
3	2	2,44	2,67	2,79	2,86	2,91	2,94	2,96	2,97	2,98	2,99	2,99	2,99	3	3
4	2,5	3,13	3,44	3,62	3,73	3,81	3,86	3,9	3,92	3,94	3,96	3,97	3,98	3,98	3,99
5	3	3,8	4,2	4,43	4,58	4,69	4,76	4,81	4,86	4,89	4,91	4,93	4,94	4,96	4,96
6	3,5	4,47	4,96	5,24	5,43	5,56	5,65	5,72	5,78	5,82	5,85	5,88	5,9	5,92	5,93
7	4	5,14	5,71	6,05	6,27	6,43	6,46,5	6,63	6,69	6,75	6,79	6,82	6,85	6,88	6,89
8	4,5	5,81	6,47	6,86	7,11	7,29	7,43	7,53	7,61	7,67	7,72	7,76	7,8	7,83	7,85
9	5	6,49	7,22	7,66	7,95	8,16	8,31	8,43	8,52	8,59	8,65	8,7	8,74	8,77	8,8
10	5,5	7,15	7,98	8,47	8,79	9,02	9,19	9,32	9,43	9,51	9,58	9,63	9,68	9,72	9,75
11	6	7,82	8,73	9,27	9,63	9,88	10,07	10,22	10,33	10,42	10,5	10,56	10,62	10,66	10,7
12	6,5	8,49	9,48	10,07	10,47	10,74	10,95	11,11	11,24	11,34	11,42	11,49	11,55	11,6	11,65
13	7	9,15	10,23	10,87	11,3	11,6	11,83	12	12,14	12,25	12,35	12,42	12,49	12,54	12,59
14	7,5	9,82	10,98	11,68	12,14	12,46	12,71	12,9	13,05	13,17	13,27	13,35	13,42	13,48	13,54
15	8	10,49	11,73	12,48	12,97	13,32	13,59	13,79	13,95	14,08	14,19	14,28	14,36	14,42	14,48
16	8,5	11,16	12,48	13,28	13,81	14,18	14,46	14,68	14,85	14,99	15,11	15,21	15,29	15,16	15,42
17	9	11,82	13,24	14,08	14,64	15,04	15,34	15,57	15,76	15,91	16,03	16,13	16,22	16,3	16,36
18	9,5	12,49	13,99	14,88	15,48	15,9	16,22	16,46	16,66	16,82	16,95	17,06	17,15	17,24	17,31
19	10	13,16	14,74	15,68	16,31	16,76	17,09	17,35	17,56	17,73	17,87	17,99	18,09	18,17	18,25
20	10,5	13,83	15,49	16,48	17,15	17,62	17,97	18,24	18,46	18,64	18,79	18,91	19,02	19,11	19,19
21	11	14,49	16,24	17,28	17,98	18,48	18,85	19,13	19,36	19,55	19,71	19,84	19,95	20,04	20,13
22	11,5	15,16	16,99	18,08	18,81	19,33	19,72	20,03	20,27	20,46	20,63	20,76	20,88	20,98	21,07
23	12	15,83	17,74	18,89	19,65	20,19	20,6	20,92	21,17	21,37	21,54	21,69	21,81	21,92	22,01
24	12,5	16,49	18,49	19,69	20,48	21,05	21,48	21,81	22,07	22,28	22,46	22,61	22,74	22,85	22,95
25	13	17,16	19,24	20,49	21,32	21,91	22,35	22,7	22,97	23,19	23,38	23,54	23,67	23,79	23,89
26	13,5	17,83	19,99	21,29	22,15	22,77	23,23	23,59	23,87	24,1	24,3	24,46	24,6	24,72	24,83
27	1,5	18,49	20,74	22,09	22,98	23,82	24,1	24,48	24,77	25,01	25,22	25,39	25,53	25,66	25,77
28	2	19,16	21,49	22,89	23,82	24,48	24,98	25,37	25,67	25,92	26,13	26,31	26,46	26,59	26,71
29	2,5	19,83	22,24	23,69	24,65	25,34	25,85	26,25	26,57	26,83	27,05	27,23	27,39	27,53	27,64
30	3	20,49	22,99	24,49	25,49	26,2	26,73	27,14	27,48	27,74	27,97	28,16	28,32	28,46	28,58

Recorridos probables (hp) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos por el ascensor (ns). (Final). [COVENIN 621-3: 1997]

ns	Pv														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	3,99	3,99	3,99	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	4,97	4,98	4,98	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	5	5	5	5	5	5	5
6	5,94	5,95	5,96	5,97	5,97	5,98	5,98	5,98	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	5,99	6
7	6,91	6,92	6,94	6,94	6,95	6,96	6,97	6,97	6,97	6,98	6,98	6,98	6,99	6,99	6,99
8	7,87	7,89	7,9	7,92	7,93	7,94	7,95	7,95	7,96	7,96	7,97	7,97	7,98	7,98	7,98
9	8,83	8,85	8,87	8,88	8,9	8,91	8,92	8,93	8,94	8,95	8,95	8,96	8,96	8,97	8,97
10	9,78	9,81	9,83	9,85	9,87	9,88	9,89	9,91	9,92	9,92	9,93	9,94	9,95	9,95	9,96
11	10,74	10,76	10,79	10,81	10,83	10,85	10,86	10,88	10,89	10,9	10,91	10,92	10,93	10,93	10,94
12	11,69	11,72	11,75	11,77	11,79	11,81	11,83	11,85	11,86	11,88	11,89	11,9	11,91	11,91	11,92
13	12,63	12,67	12,7	12,73	12,76	12,78	12,8	12,82	12,83	12,85	12,86	12,87	12,88	12,89	12,9
14	13,58	13,62	13,66	13,69	13,72	13,74	13,76	13,78	13,8	13,82	13,83	13,85	13,86	13,87	13,88
15	14,53	14,57	14,61	14,65	14,68	14,7	14,73	14,75	14,77	14,79	14,81	14,82	14,83	14,85	14,86
16	15,48	15,52	15,57	15,6	15,64	15,67	15,69	15,72	15,74	15,76	15,78	15,79	15,81	15,82	15,84
17	16,42	16,47	16,52	16,56	16,59	16,63	16,66	16,68	16,71	16,73	16,75	16,77	16,78	16,8	16,81
18	17,37	17,42	17,47	17,51	17,55	17,59	17,62	17,65	17,67	17,7	17,72	17,74	17,75	17,77	17,79
19	18,31	18,37	18,42	18,47	18,51	18,55	18,58	18,61	18,64	18,66	18,69	18,71	18,73	18,74	18,76
20	19,26	19,32	19,37	19,42	19,47	19,5	19,54	19,57	19,6	19,63	19,65	19,68	19,7	19,72	19,73
21	20,2	20,27	20,32	20,38	20,42	20,46	20,5	20,54	20,57	20,6	20,62	20,65	20,67	20,69	20,71
22	21,15	21,21	21,27	21,33	21,38	21,42	21,46	21,5	21,53	21,56	21,59	21,61	21,64	21,66	21,68
23	22,09	22,16	22,22	22,28	22,33	22,38	22,42	22,46	22,49	22,53	22,56	22,58	22,61	22,63	22,65
24	23,03	23,11	23,17	23,23	23,29	23,34	23,38	23,42	23,46	23,49	23,52	23,55	23,58	23,6	23,62
25	23,98	24,05	24,12	24,19	24,24	24,29	24,34	24,38	24,42	24,46	24,49	24,52	24,55	24,57	24,6
26	24,92	25	25,07	25,14	25,2	25,25	25,3	25,34	25,38	25,42	25,45	25,49	25,52	25,54	25,57
27	25,86	25,95	26,02	26,09	26,15	26,21	26,26	26,3	26,35	26,39	26,42	26,45	26,48	26,51	26,54
28	26,81	26,89	26,97	27,04	27,11	27,17	27,22	27,27	27,31	27,35	27,39	27,42	27,45	27,48	27,51
29	27,75	27,84	27,92	28	28,06	28,12	28,18	28,23	28,27	28,31	28,35	28,39	28,42	28,45	28,48
30	28,69	28,79	28,87	29,95	29,02	29,08	29,14	29,19	29,23	29,28	29,32	29,35	29,39	29,42	29,45

Apéndice E

*Personas por viaje (Pv) en función de la capacidad nominal de la cabina (P).
[COVENIN 621-3: 1997]*

Pv	P
4	4
5	5
5	6
6	7
7	8
7	9
8	10
9	11
9	12
10	13
11	14
11	15
12	16
13	17
13	18
14	19
15	20
15	21
16	22
17	23
17	24
18	25

Apéndice F

Tiempo por parada en función de la velocidad nominal del ascensor para edificios de viviendas multifamiliares. [COVENIN 621-3: 1997]

 Tp (s)	 Vn (m/s)
9,5	0,63
10	1
10	1,2
9,5	1,6
9,5	2

Apéndice G

Tabla 7. Tiempo promedio para la apertura y cierre de las puertas en edificios para oficinas y hoteles. [COVENIN 621-3: 1997]

Entrada Libre Mínima (mm)	Velocidad Nominal (m/s)	T₁ (s)
800	Vn<1,6	4,3
	1,6<Vn<2,0	3,5
	Vn>2,0	3,15
900	Vn<1,6	4,8
	1,6<Vn<2,0	3,9
	Vn>2,0	3,55
1000	Vn<1,6	5,1
	1,6<Vn<2,0	4,3
	Vn>2,0	3,95
1100	Vn<1,6	5,26
	1,6<Vn<2,0	4,46
	Vn>2,0	4,11
1200	Vn<1,6	5,5
	1,6<Vn<2,0	4,78
	Vn>2,0	4,43

Apéndice H

Tiempo Promedio para la entrada y salida de un pasajero en un edificio para oficinas y hoteles. [COVENIN 621-3: 1997]

Entrada Libre Mínima (mm)	T₂ (s)
800	2,2
900	2,1
1000	2
1100	1,9
1200	1,8

Anexos

Característica	Area de Hospitalización						
	1	2	3	4	5	6	7
Capacidad Nominal (Kg)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
No de Pisos Servidos	13	13	13	13	13	13	13
Corriente Max (amp)	160	160	160	160	160	160	160
Potencia (Kw)	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5
Aperturas	Una	Dos	Una	Una	Una	Una	Una
Tamaño de Puertas (ancho x alto)	1m x 2m	1m x 2m	1m x 2m	1m x 2m	1m x 2m	1m x 2m	1m x 2m
Tipo de Apertura	central, una velocidad	central, una velocidad	central, una velocidad	central, una velocidad	central, una velocidad	central, una velocidad	central, una velocidad
Engranado	No	No	No	No	No	No	No
No de Guayas	5	5	5	5	5	5	5
Diametro de Guayas (pulg)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tabla 1. Especificaciones Técnicas de los ascensores del grupo 1 (Hospitalización). [El Autor]

Disponibilidad de ascensores del Área de Hospitalización

1 = Si 0 = No

Semana	Ascensor 1 Dieta	Ascensor 2 Emergencia	Ascensor 3 Personal	Ascensor 4 Personal	Ascensor 5 Público	Ascensor 6 Público	Ascensor 7 Carga y Pub
1	1	0	1	0	0	1	1
2	1	0	1	1	0	1	1
3	1	0	1	1	0	1	1
4	1	0	1	1	1	1	1
5	1	0	0	1	1	1	1
6	1	0	0	0	1	1	1
7	1	0	1	1	1	1	1
8	1	0	1	1	1	0	1
9	1	0	1	1	0	0	1
10	1	0	1	1	1	1	1
11	1	0	1	1	0	1	1
12	1	0	1	1	0	0	1
13	1	0	1	1	1	0	1
14	1	0	1	1	1	0	1
15	1	0	1	0	0	0	1
16	1	0	1	1	0	0	1
17	1	0	1	1	0	0	1
18	1	0	1	1	0	0	1

Disponib 1 0 0,888888889 0,833333333 0,444444444 0,5 1

Disp Área 1 = 0,666666667 66,66666667 %

Operatividad de Ascensores del Área de Emergencia

Semana	Ascensor 1	Ascensor 2
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	1	1
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0
18	0	0

Disponib 0,055555556 0,055555556

Disp Área 2 = 0,055555556 5,55555556 %

Operatividad de Ascensores del Área de Medicina Nuclear

Semana	Ascensor 1	Ascensor 2
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	1
10	0	1
11	0	1
12	0	1
13	0	1
14	0	1
15	0	1
16	0	1
17	0	1
18	0	1

Disponib 0 0,555555556

Disp Área 3 = 0,277777778 27,77777778 %

DISPONIBILIDAD HOSPITAL = 0,484848485 48,48484848 %

Tabla 2. Estadística de Disponibilidad de Unidades durante la duración del Proyecto. [El Autor]

Piso	Servicio de Hospitalización		No de Camas
12	Nutrición		
11	Pediatría	UTIN	67
10	Cirugía III	Cirugía IV	76
9	Cirugía I	Cirugía II	77
8	Traumatología I	Traumatología IV	67
7	Traumatología II	Traumatología III	61
6	Cirugía Plástica	Cirugía Cardiovascula	22 Solo Ccard
5	Oftalmología	Cirugía de la Mano	52
4	Obstetricia I	Obstetricia II	36 Solo Obs I
3	Neurocirugía	Urología	32
2	Medicina I	Medicina II	60
1	Emergencia	UTI	
PB			46
Sótano			

Tabla 3. Repartición de Camas de Hospitalización por piso y servicio. [El Autor]

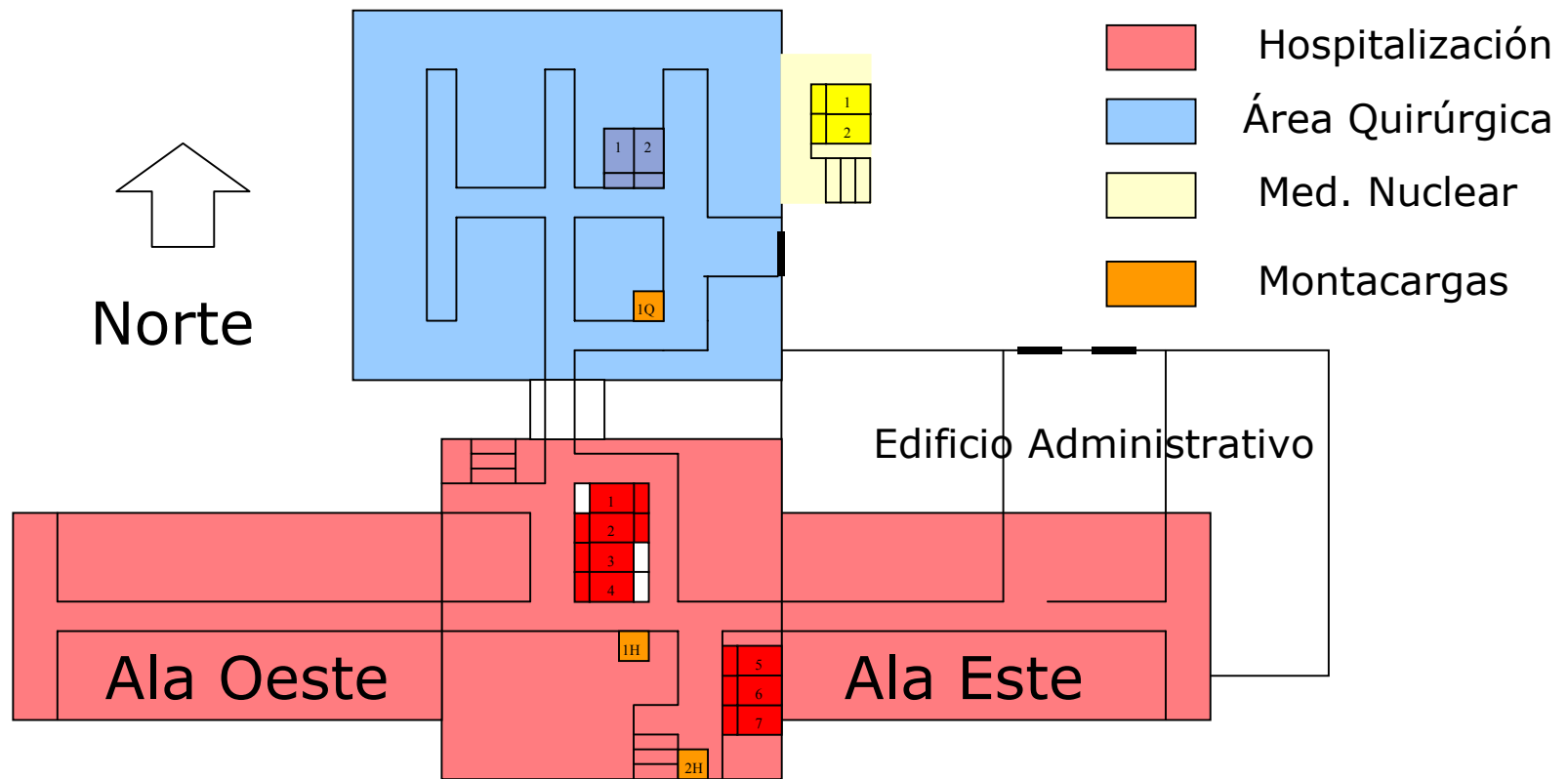


Figura 1. Esquema General del Hospital Central Dr. Miguel Pérez Carreño de Caracas. [El Autor]

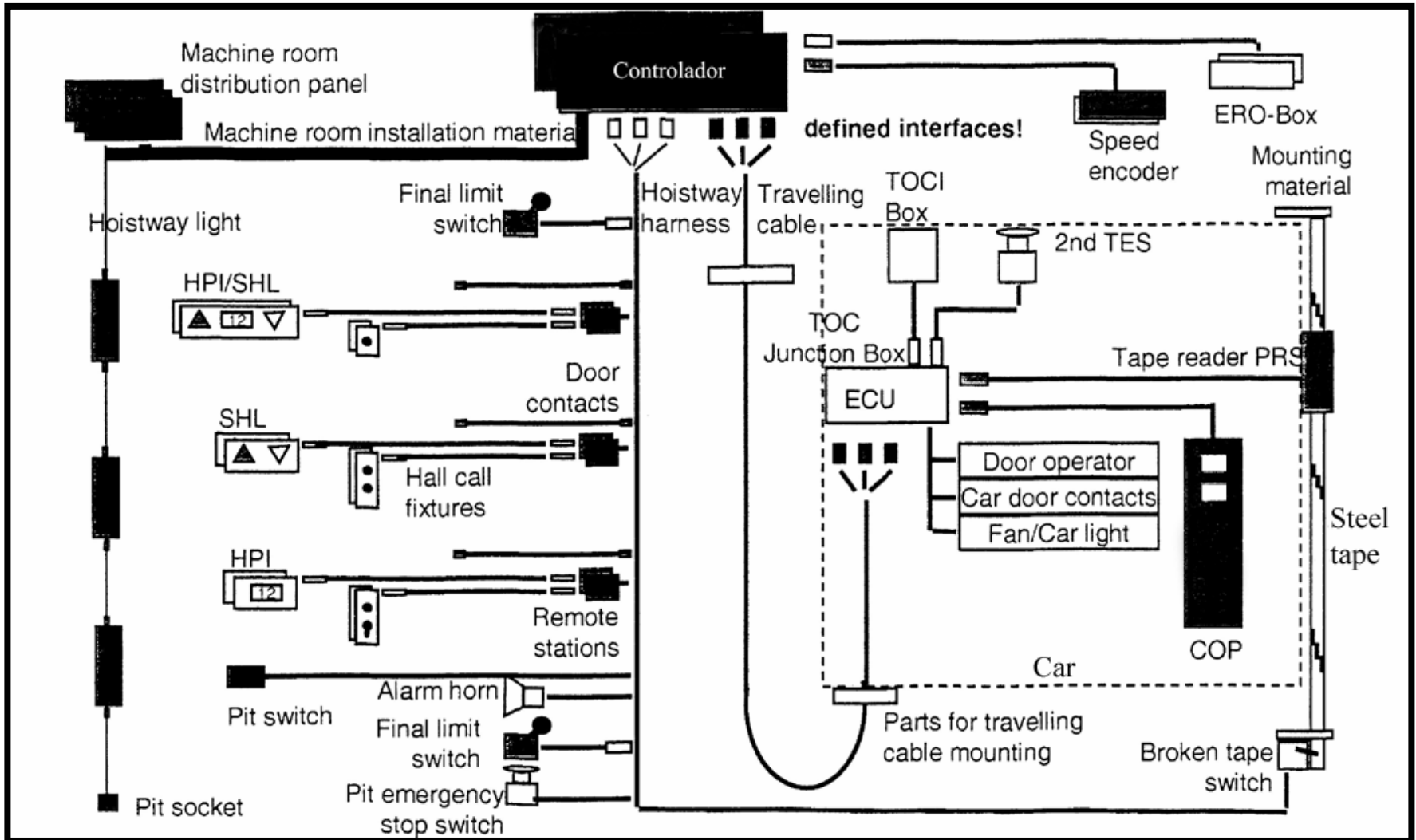


Figura 2. Esquema de la Modernización. [OTIS Venezuela]

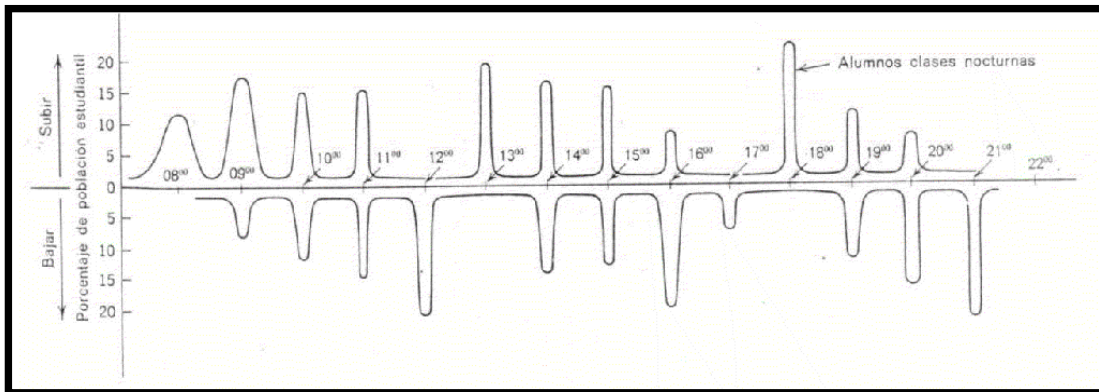


Figura 3. Flujo de tráfico en institutos de enseñanza (medido en vestíbulo) situados en ciudad, clases diurnas y nocturnas. Basado en clases de 50 minutos y tiempos de cambio de 10 minutos. [STRAKOSCH, 1998]

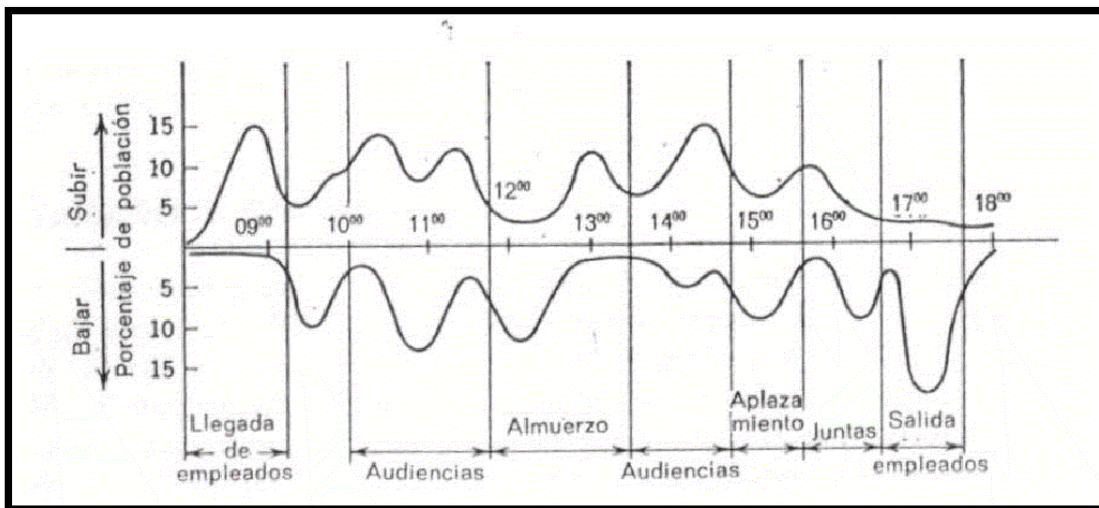


Figura 4. Flujo de tráfico en un edificio combinado de tribunal y oficinas (medido en vestíbulo). [STRAKOSCH, 1998]

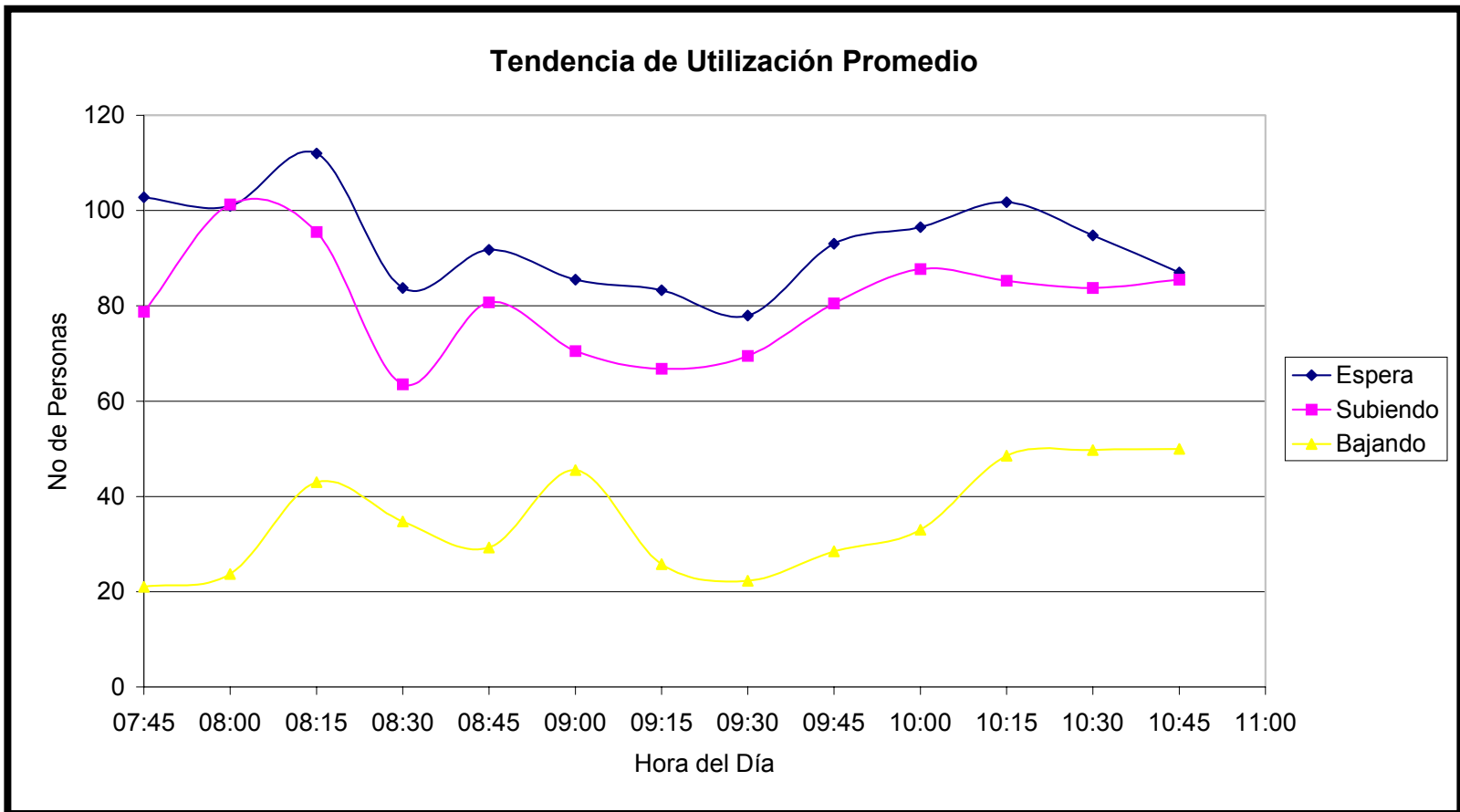


Figura 5. Estadística de Horas Pico de Demanda y Utilización del servicio de transporte vertical. [El Autor]



Figura 6. Puertas de pasillo (sótano) de ascensores 5, 6 y 7 (hospitalización).



Figura 7. Puertas de Pasillo (piso 1) de los ascensores 2, 3 y 4 (hospitalización).



Figura 8. Interior de las Cabinas de los ascensores.

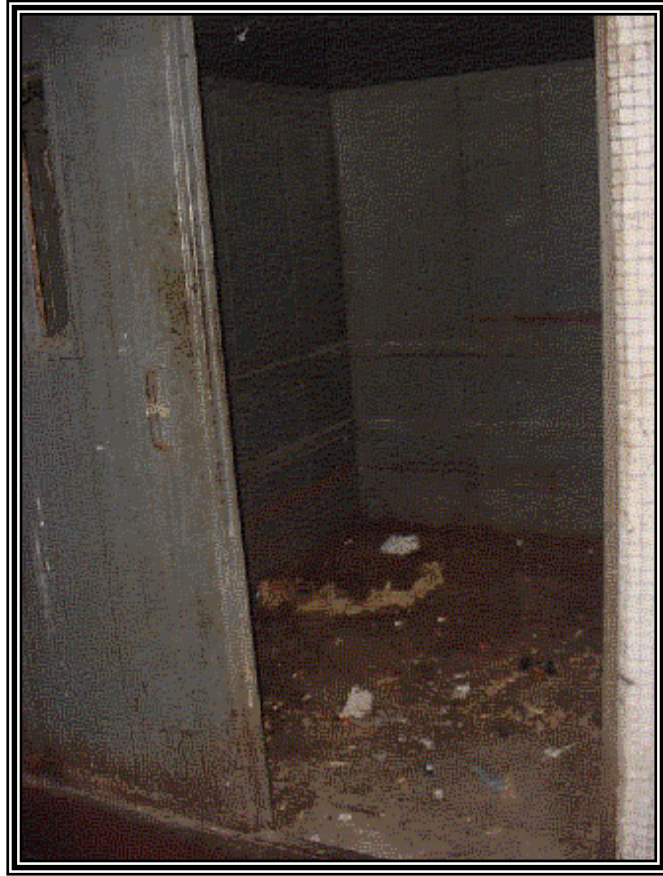


Figura 9. Estado de uno de los Montacargas del Hospital.

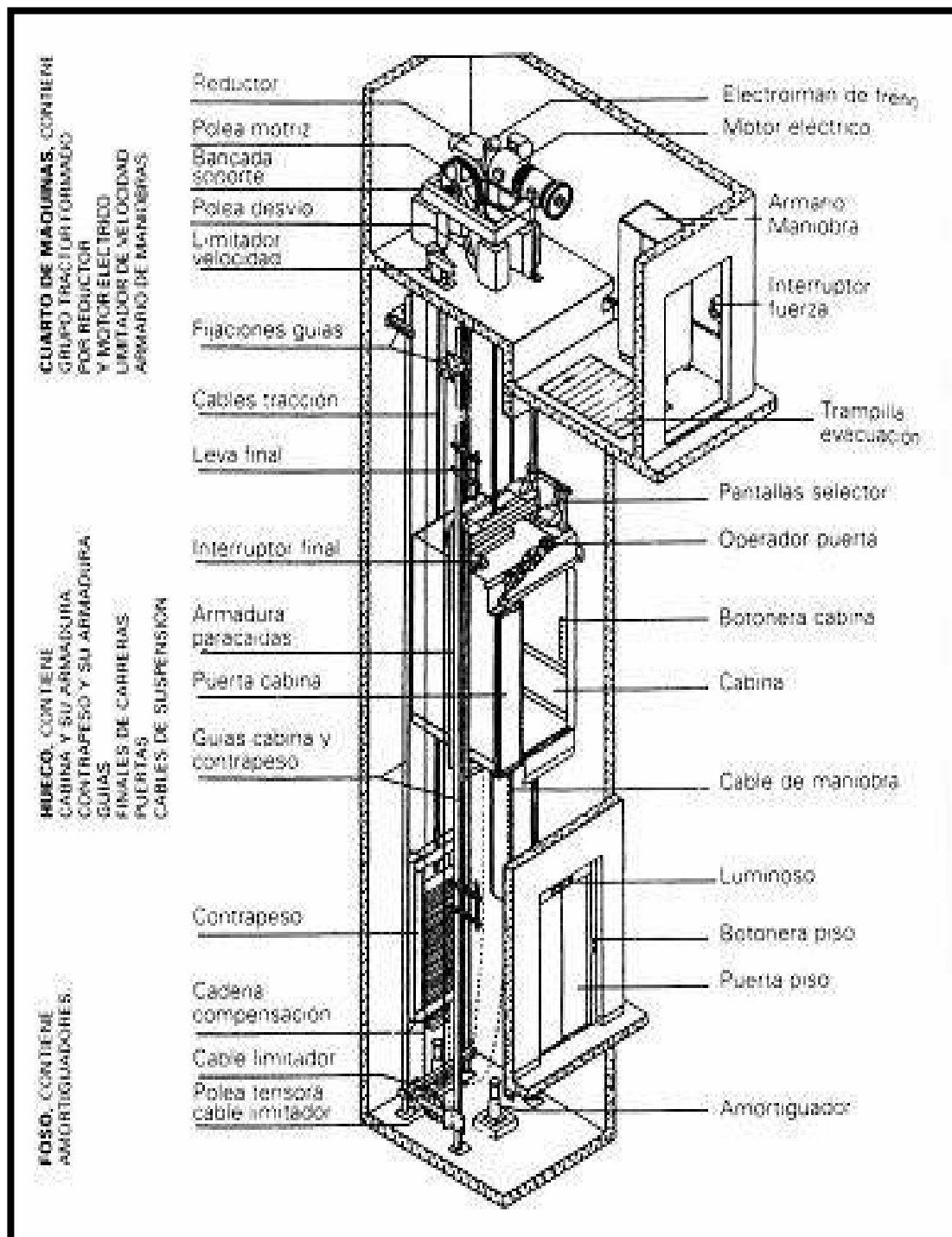


Figura 10. Elementos y Componentes de los ascensores comunes.

GROUP	QUANTITY	MATERIAL \$	(2 unidades)
(01) EMERGENCY CARLIGHTING, SURFACE MOUNTED IN CAB A	1	215.96	
(01) BASE GEARLESS CONTROLLER WITH BLDG POWER SUPPLY: 208-240 VOLT A	1	18909.68	
(01) 411M-MS DRIVE FOR (FLRC) B/W 101 TO 190 AMPS A	1	9041.46	
(01) CONTROLLER ADD FOR GROUP OPERATION A	1	52.96	
(01) CONTROLLER ADD FOR 6970/BB2 DOOR OPERATOR INTERFACE, FRONT ONLY A	1	578.44	
(01) CONTROLLER ADD FOR EMERGENCY POWER OPERATION A	1	135.62	
(01) CONTROLLER ADD FOR AUTOMATIC FAN AND LIGHT SWITCH (LFC) A	1	86.38	
(01) CONTROLLER ADD FOR BRAKE COIL VOLTAGE A	1	36.48	
(01) 6970 CLOSED LOOP WITH NEW E335M CONTROLLER, FRONT A	1	6534.45	
(05) 6940A DOOR LOCKS - CO, MAT'L PER SPEC. OPENING A	13	3591.90	
(01) LAMBDA DETECTOR, ACA24591E7, AND BRACKET, AAA316FUL2 A	1	1078.60	
(01) OUTBOUND SHIPPING AND HANDLING A	1	446.80	
(02) ADVANCE FIXTURE QUOTE: MAIN COP A	2757	5514.00	
(02) ADVANCE HALL LANTERN FIXTURE QUOTE A	2047	4094.00	
(02) ADVANCE COMBO, HALL LANTERN, POSITION IND, FIX QUOTE A	292	584.00	
(01) TOP OF CAR INSPECTION UNIT A	1	140.74	SDCPN:MBA24831A001
(01) LVDT TRANSDUCER			SDCPN:A7111B1

	A	1	945.27	
(01)	LVDT POWER SUPPLY			SDCPN:A621AG1
	A	1	386.50	
(01)	LVDT SUPPORT ANGLE			SDCPN:272APL2
	A	1	19.30	
(01)	NEW LIMIT SWITCH			SDCPN:AAA6098NM1
	A	3	236.65	
(01)	NEW LIMIT SWITCH			SDCPN:AAA6098NM2
	A	3	236.65	
(01)	NEW BRACKETS FOR LIMIT SWS (QTY=2)			SDCPN:1C-316P3
	A	3	213.12	
(01)	EMERGENCY POWER ALARM BELL (ANSI)			SDCPN:C7003R8
	A	1	637.65	
(01)	NEW PIT SWITCH			SDCPN:A7003BE3
	A	1	198.07	
(01)	OPTICAL POSITIONING DEVICE (FOR SPT)			
	A	1	1534.73	
(01)	PER FLOOR ADD FOR SPT VANES AND RAIL CLIPS			
	A	13	318.29	
(01)	BASE ADD FOR SPT VANES AND RAIL CLIPS FOR SPEEDS LE 500 FPM			
	A	1	499.79	
(01)	GEARLESS HT MACHINE STANDARD PVT (WITH 50' CABLE)			
	A	1	1204.88	
(01)	CONTROLLER OCEAN CRATING			
	A	1	781.90	
(01)	60 HZ TRANSFORMER RATED BTWN 38 TO 49 KVA			
	A	1	4208.86	
(01)	TRANSFORMER SECONDARY FUSE/BLOCK RATED UP TO 250 V, 200 AMPS			
	A	1	553.12	
(01)	DYNAMIC BRAKING RESISTORS -- QUANTITY OF 4			
	A	1	746.06	
(01)	411M-MS (GLS) RIPPLE FILTER AAA8102K101-SPL			
	A	1	3774.08	
(01)	NEW TRAVELLING CABLE FOR GEARLESS - 1ST CABLE			
	A	1	2462.84	

(01) NEW TRAVELLING CABLE FOR GEARLESS - 2ND CABLE			
A	1		2462.84
(01) SERIAL H/W WIRING, MAIN TRUNK - HPI'S/HL'S/ELD'S W/O CHIME			
A	1		281.84
(01) SERIAL H/W WIRING, LANDING BRANCHES - HPI'S/HL'S/ELD'S W/O CHIME			
A	12		595.13
(01) SERIAL H/W WIRING, LANDING BRANCHES - HPI'S/HL'S/ELD'S W/O CHIME			
A	1		49.59
(01) TOP OF CAR HANDRAIL/FRONT OPENING ONLY			SDCPN:AAA24000AE1
A	1		998.60
(01) STOPPING SWITCH FOR SPEEDS UPTO 500 FPM			SDCPN:A6072A5
A	1		1272.75
(01) ADD FOR STOPPING SWITCH MOUNTING BRACKETS			SDCPN:4507E5
A	1		178.43
(01) CONTROLLER ADD FOR MID CAR WITH SERIAL COP, REST DISCRETE			
G	1		157.43
(01) CONTROLLER ADD FOR LAST CAR WITH SERIAL COP, REST DISCRETE			
G	1		25.00
(02) ADVANCE HALL BUTTON, SRO, EPS FIXTURE QUOTE			
G	1893		1893.00
(01) SERIAL H/W WIRING, MAIN TRUNK FOR H/B, SRO, EPS RISER			
G	1		130.58
(01) SERIAL H/W WIRING, LANDING BRANCHES FOR H/B, SRO, EPS RISER			
G	13		303.49

Sobre la suma de todos estos componentes se añade aproximadamente un 80%, que representan partidas como:

Flete
Seguro
Verificación en puerto de origen
Derechos y tasa aduanal
Transporte terrestre
Instalación, ajustes y puesta en marcha
Gastos administrativos
Impuestos
Margen de utilidad