NORMA VENEZOLANA

COVENIN 621-3:1997

CÓDIGO NACIONAL PARA ASCENSORES DE PASAJEROS. PARTE 3: TRÁFICO VERTICAL

(2da Revisión)

COVENIN

PROLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (**COVENIN**), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 621/C-86 fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización **CT20 Mecánica** por el Subcomité Técnico **SC3 Mecanismos de elevaciòn y transporte,** y aprobada por la COVENIN en su reunión **No. 147** de fecha **09/07/97.**

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes entidades:

Compañía Anónima Venezolana de Ascensores (CAVENAS), SENORCA, Ascensores Falconi, C.A., Cinemática BG, Ascensores Combi-Lift, Ascensores Schindler, Ascensores Midi-OTIS, Ministerio del Trabajo, Cuerpo de Bomberos del Distrito Federal.

NORMA VENEZOLANA CÓDIGO NACIONAL PARA ASCENSORES DE PASAJEROS. PARTE 3: TRÁFICO VERTICAL

COVENIN 621-3:1997 (2da Revisión)

1 OBJETO

1.1 La presente parte del Código Nacional para ascensores establece los requisitos mínimos que deben cumplir los medios de circulación vertical utilizados para el transporte de pasajeros en los edificios destinados a viviendas multifamiliares, oficinas, hoteles y a edificaciones comerciales, hospitalarias y clínicas.

1.2 Las disposiciones de este código no son aplicables a los dispositivos y equipos señalados a continuación:

a) Ascensores residenciales privados (viviendas unifamiliares)

b) Transporte o elevadores de carga, cangilones, rodillos, cucharón o similares.

c) Grúas o máquinas apiladoras utilizadas para modificar materiales desde y hacia los depósitos, que están ubicados y operan en un solo piso.

d) Equipos para alimentar o colocar material en máquinas, herramientas estampadoras, etc.

e) Malacates, winches montacargas o grúas para subir o bajar materiales con ganchos o eslingas u otros medios de sujeción no guiados.

f) Rampas de muelles.

g) Ascensores para entretenimiento en parques de diversiones o ferias.

h) Ascensores para escenarios u orquestas.

i) Puentes levadizos.

j) Elevadores para materiales y ascensores para los trabajadores utilizados para subir y bajar materiales y personal en edificios en construcción.

k) " Manlifts" (noria)

l) Dispositivos que tengan un recorrido menor de un piso, sin exceder 3,65 m y que sean utilizados solamente para la transferencia de materiales y equipos.

m) Ascensores de minas.

n) Dispositivos para los estacionamientos mecánicos.

o) Ascensores inclinados.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma esta sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones mas recientes de las normas citadas seguidamente:

COVENIN 621-93. Parte 1: Código nacional para ascensores. Definiciones

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Población total estimada (B)

Es el total aproximado de personas que requieren transporte vertical. Este número depende del uso o destino del edificio y cuyo valor se determina a través de la Tabla 1 tomando el factor de ocupación correspondiente según el tipo de edificación.

3.2 Tiempo de viaje completo (TVC)

Es el tiempo empleado por un ascensor en salir de la planta principal, atender las plantas superiores y regresar a la planta principal.

3.3 Tiempo adicional (TA)

Es el tiempo empleado por un ascensor para atender los pisos destinados a estacionamientos ubicados por debajo o por encima de la planta principal. Su valor se expresa como un porcentaje del tiempo de viaje completo (TVC) de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.

3.4 Tiempo total de viaje (TTV)

Es la suma del tiempo de un viaje completo (TVC) más el tiempo adicional (TA).

$$TTV = TVC + TA$$

3.5 Personas por viaje (P_v)

Es el número probable de pasajeros que un ascensor transportará a los pisos ubicados sobre la planta principal de un viaje completo, y se determina según la siguiente fórmula:

$$P_v = \text{entero de } \left(\frac{3,2}{P} + 0,7P + 0,5\right)$$

NOTA 1: Ver resultado del cálculo en la Tabla 5

3.6 Paradas probables (n_p)

Es el número probable de veces que un ascensor se detendrá durante su viaje ascendente, en los pisos ubicados sobre la planta principal en un viaje completo.

Su valor viene expresado por las siguientes fórmulas:

3.6.1 Cuando cada piso tiene aproximadamente la misma población

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

NOTA 2: La Tabla 3 muestra los valores para este caso.

3.6.2 Cuando la población en cada piso no sea uniforme

$$n_p = n_s - \left[\sum_{i=1}^{n_a}\left(\frac{B-B_i}{B}\right)^{P_v}\right]$$

donde B_a, B_b, B_c ... población del 1, 2, 3, ... etc.

$$\text{Pisos } B = \sum_{i=a}^{n_a} B_i$$

3.7 Recorrido probable (h_p)

Es el número probable de pisos sobre la planta principal que atenderá el ascensor en un viaje completo. Su valor es igual a:

$$h_p = n_s - \left[\frac{1^{P_v} + 2^{P_v} + 3^{P_v} + \ldots + (n_s-1)^{P_v}}{n_s^{P_v}}\right]$$

NOTA 3: La Tabla 4 muestra los valores para este caso.

3.8. Capacidad de transporte (C)

Número de pasajeros que un ascensor o grupo de ascensores es capaz de transportar en un período de 5 min, y que usualmente se expresa como un porcentaje de la población a servir y viene expresada por la fórmula:

$$C = \frac{300 \times P_v \times Z \times 100}{TTV \times B}$$

3.9 Intervalo probable (I)

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

$$I = \frac{TTV}{Z} \text{ ; expresado en segundos}$$

NOTA 4: Existen dos casos:

a) Cuando todos los ascensores sirven los mismos pisos y están controlados por un sistema único.

b) Cuando los ascensores no sirven los mismos pisos y/o no están controlados por un sistema único.

3.10 Tiempo de llenado (T)

Es el tiempo que necesitan el o los ascensores para transportar la población B servida por el grupo de ascensores a los pisos superiores, se determina mediante la fórmula:

$$T = \frac{500}{C} \text{ ; expresado en minutos}$$

3.11 Sistema de paradas alternas

Un equipo de ascensores con sistema de paradas alternas es aquel en que:

a) Todos los ascensores del equipo sirven la planta principal.

b) Cada planta superior es servida por un solo ascensor del equipo, o sea, en caso de que un equipo de dos ascensores sirva diez plantas superiores, un ascensor servirá la planta principal y los pisos 1-3-5-7 y 9, y el otro servirá la planta principal y los pisos 2-4-6-8 y 10.

c) El mando es colectivo en un sentido para cada ascensor.

NOTA 5: Para objeto de esta norma y efectos de cálculo pueden existir otras configuraciones de paradas alternas.

3.12 Población a servir por ascensor

Es igual a la suma de las poblaciones estimadas de cada planta superior que atiende el ascensor y se denominan asignándole a cada ascensor un número, por ejemplo:

B_1= población a servir por el ascensor número 1

3.13 Batería de ascensores

Se define bateria como un grupo de ascensores para el transporte de pasajeros, con las siguientes características:

- Los ascensores suelen tener todos la misma velocidad nominal, la misma capacidad nominal y las mismas dimensiones de cabina.

- Los ascensores están interconectados por un sistema automático de maniobra para las llamadas de piso.

- Los ascensores suelen servir los mismos pisos.

- Las puertas de piso, en todos los pisos, están cercanas una de otra y dispuestas de tal manera que puedan ser observadas todas simultáneamente por los pasajeros en espera.

4 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

A es el ancho del pasillo

B es la población total estimada (personas)

B_i es la población estimada de cada piso (personas)

C es la capacidad de transporte

e_{an} es la distancia promedio entre pisos para el ascensor que sirve los pisos impares, sobre la planta principal

e_{ap} es la distancia promedio entre pisos para el ascensor que sirve los pisos pares, sobre la planta principal

e_p es la distancia promedio entre pisos ubicados sobre la planta principal

H_a es el recorrido entre la planta principal y la parada superior

$H_a = n_a \times e_p$; expresada en metros

H_e es el recorrido entre la planta principal y la primera parada superior servida

$H_e = n_e \times e_p$; expresada en metros

H_i es el recorrido bajo la planta principal

$H_i = n_i \times e_i$; expresada en metros

H_s es el recorrido sobre la planta principal con servicio de ascensores entre la primera y la última parada superior

$H_s = H_a - H_e$; expresada en metros

H_t es el recorrido total

$H_t = H_a + H_i$; expresado en metros

h_p es el número probable de pisos sobre la planta principal en los cuales se detendrá el ascensor durante el pico de entrada

I es el intervalo probable,expresado en segundos

n_a es el número total de pisos encima de la planta principal

$n_a = n_s + n_e$

n_e es el número de pisos no servidos por encima de la planta principal

n_i es el número total de pisos por debajo de la planta principal y cuyo único uso es el aparcamiento de vehículos

n_p es el número de paradas probables en los pisos superiores

n_s es el número de pisos servidos por encima de la planta principal

P es la capacidad nominal de la cabina (personas)

P_v es el número de personas por viaje

T es el tiempo de llenado,expresado en minutos

T_1 es el tiempo promedio para la apertura y cierre de puertas, expresado en segundos

T_2 es el tiempo promedio para la entrada y salida de un pasajero, expresado en segundos

T_p es el tiempo por parada necesario para la aceleración, desaceleración, nivelación, liberación, acción de frenos y retardo por reapertura, expresado en segundos

TA es el tiempo adicional por servicio a sótanos, expresado en segundos

TTV es el tiempo total de viaje,expresado en segundos

TVC es el tiempo de viaje completo, expresado en segundos

V_n es la velocidad nominal en m/s

Z es el número de ascensores

β es el factor de ocupación

φ es la aceleración o desaceleración en m/s^2

5 REQUISITOS

5.1 Toda edificación cuya altura entre el nivel de la última planta inferior y la última planta ocupable superior o viceversa, sea mayor de doce (12) metros debe requerir de servicios de transporte vertical en todas sus plantas, salvo las edificaciones de hospitales y clínicas que requerirán de servicio de transporte vertical aunque la altura entre los niveles de estas últimas plantas, inferior y superior, sea menor de doce (12) metros..

5.2 Generales

5.2.1 Pasillos

A fin de que el flujo de entrada y salida de personas en los ascensores se realice con fluidez, los pasillos deben dimensionarse tomando como base la profundidad neta de la cabina (véase figura 4).

5.2.2 Servicio

De acuerdo con el uso o destino y cuando la capacidad de transporte sea igual o mayor a la indicada en la Tabla 1 y el intervalo probable sea igual o menor a los valores indicados en la misma, la edificación debe contar con una batería o grupo de ascensores, el cual dependerá básicamente de:

a) La capacidad de transporte (C)

b) El intervalo probable (I)

5.2.3 Cálculo del tráfico vertical

El cálculo se realiza por medio de iteraciones asignando valores arbitrarios al número de ascensores (Z), la capacidad nominal (P) y la velocidad nominal (Vn) de él o los ascensores hasta obtener valores permitidos del intervalo probable (I) y de la capacidad de transporte (C), de acuerdo a lo indicado en la Tabla 1.

5.3 Edificios de viviendas multifamiliares

5.3.1 Disposiciones especiales

5.3.1.1 Número de plantas superiores hasta 14

Cuando la población total estimada para el edificio sea superior o igual a cien (100) personas, la edificación debe poseer como mínimo un ascensor con capacidad para ocho (8) personas, y puertas automáticas de apertura libre de 800 mm como mínimo. Esta reglamentación tiene por objeto hacer posible el transporte en silla de ruedas de tamaño normal

5.3.1.2 Número de plantas superiores mayor o igual a 15 niveles

Cuando el número de plantas superiores sea mayor o igual a los 15 niveles, el edificio debe poseer, como mínimo, un ascensor de carga útil igual a 1000 kg con un área interior y dimensiones del pozo según se indica en las figuras 2 y 3.

NOTA 5: A semejanza de la anterior reglamentación, está hace posible el transporte de una persona en camilla de tamaño normal.

5.3.1.3 El tiempo por parada (Tp) a tomarse para efectos del cálculo es el indicado en la Tabla 6, de acuerdo a la velocidad nominal del ascensor. Para velocidades no indicadas en la Tabla 6 el valor de Tp se obtendrá mediante interpolación.

5.3.1.4 El tiempo que tarda un pasajero para entrar y salir de la cabina se tomará como 3,5 s.

5.3.1.5 El tiempo que tarda un ascensor en efectuar un viaje completo (TVC) es igual en cada caso al obtenido según las fórmulas siguientes:

5.3.1.5.1 Cuando los ascensores sirven los mismos pisos la fórmula utilizada será:

$$TVC = \frac{2h_p \times e_p}{V_n} + (n_p + 1) \times T_P + 3{,}5P_v$$

5.3.1.5.2 Cuando los ascensores no sirven los mismos pisos, se utilizarán las fórmulas siguientes:

5.3.1.5.2.1 Cuando los ascensores sirven los pisos impares

$$TVC = \frac{2h_p \times e_p \times (2n_s - 1)}{n_S \times V_n} + (n_p + 1) \times T_p + 3{,}5P_v$$

5.3.1.5.2.2 Cuando los ascensores sirven los pisos pares

$$TVC = \frac{2h_p \times 2e_p}{V_n} + \left(n_p + 1\right) \times T_P + 3{,}5P_v$$

5.3.1.6 En el caso de existir dos (2) o más ascensores y no tratarse del sistema de paradas alternas (descrito en 5.3.2), para el cálculo del tráfico se consideran ascensores conectados en un solo grupo con maniobra automática colectiva en un solo sentido.

5.3.1.7 Para el cálculo del tráfico vertical se consideran puertas automáticas de apertura central y paso libre de 800 mm

5.3.1.7 Capacidades y velocidades preferenciales para edificios de residencias multifamiliares

5.3.1.7.1 Las velocidades nominales son las siguientes:

0,40 m/s
0,63 m/s
1,00 m/s
1,20 m/s
1,60 m/s
2,00 m/s

5.3.1.7.2 Las capacidades nominales de las cabinas son:

5 personas (400 kg)
8 personas (630 kg)
13 personas (1000kg)

NOTA 6: Velocidades y capacidades fuera de las preferenciales también pueden ser consideradas.

5.3.1.7.3 La entrada libre es de 800 mm y el tipo de puertas es de apertura central de operación automática.

5.3.1.7.4 Las medidas de los pozos así como de las cabinas se muestran en la figura 3, a su vez los ábacos se muestran en el Anexo 1.

5.3.1.8 Ejemplo de cálculo

Edificio de 15 plantas superiores (14 plantas tipo más la planta pent-house) y dos plantas inferiores. Distancia promedio entre pisos superiores igual a 2,8 m.

Planta tipo: consiste en cuatro apartamentos de tres habitaciones cada uno.

Planta Pent-house: consiste en dos apartamentos de cuatro habitaciones cada uno.

Iteración número 1

Cantidad de ascensores = 2

Velocidad nominal = 1,0 m/s

Capacidad nominal = 5 personas

Mando colectivo en un sentido de una batería única

Resolución

Total habitaciones = 4 x 3 x 14 + 2x4 = 176

Tomando el factor de ocupación de la Tabla 1 obtenemos la población total estimada (B), B = 176x1,75 = 308 personas

Según 3.5 o la Tabla 5 (Personas por viaje):

P_V= 5 personas

Según 3.6.1 o la Tabla 3 el número probable de paradas es

$$n_p = 15\left[1 - \left(\frac{14}{15}\right)^5\right] = 4{,}38$$

Según 3.7 o la Tabla 4 el recorrido probable es:

h_p = 12,97

Según la Tabla 6 el tiempo de parada es:

T_p = 10 s

Según 5.3.1.5.1 el tiempo de un viaje completo es :

$$TVC = \frac{(2) \times (12{,}97) \times (2{,}8)}{1} + (4{,}38 + 1) \times (10) + 3{,}5 \times (5)$$

TVC = 143,93 s

Utilizando el factor indicado en la Tabla 2 el tiempo adicional (TA) es igual a:

$$TA = \frac{(143{,}93) \times 3{,}5 \times 2}{100} = 10{,}08 \text{ s}$$

El tiempo total de viaje (TVC) es por lo tanto:

TTV = 143,93 + 10,08 = 154,01 s

Según 3.8 la capacidad de transporte (C) es igual a:

$$C = \frac{300 \times 5 \times 2 \times 100}{154{,}01 \times 305} = 6{,}39$$

Según 3.9 el intervalo probable es:

$$I = \frac{154,01}{2} = 77,01 \text{ s}$$

Conclusiones

Observando los valores de la Tabla 1 vemos que el intervalo probable cumple los requisitos, pero la capacidad de transporte no, por lo que el equipo no cumple los requisitos de tráfico vertical.

Iteración número 2

Cantidad de ascensores = 2

Velocidad nominal = 1,0 m/s

Capacidad nominal = 8 personas

Siguiendo los mismos pasos realizados en la primera iteración, obtenemos:

B = 305 personas

P_v = 7 personas

n_p = 5,75

h_p = 13,59

T_p = 10 s

$$TVC = \frac{2 \times 13,59 \times 2,8}{1} + (6,75 \times 10) + (3,5 \times 7)$$

$$= 168,1 \text{ s}$$

TA = 11,77 s

TTV = 179,87 s

C = 7,66

I = 89,94 s

Conclusiones

Tanto el intervalo probable (I) como la capacidad de transporte (C) satisfacen los valores de la Tabla 1, por lo que el equipo cumple los requisitos de tráfico vertical.

Observaciones

Debido a que el edificio tiene 15 plantas superiores uno de los ascensores será de capacidad nominal y dimensiones internas tal como se indica en 5.3.1.2

5.3.2 Sistema de paradas alternas (Caso Especial)

Un equipo de ascensores con sistema de paradas alternas es aquel que cumple con lo establecido en 3.11

5.3.3 Población a servir por ascensor

Se determina tal y como se indica en 3.12

5.3.4 El número probable de paradas por ascensor se determina mediante 3.6 tomando a n igual al número de plantas sobre la planta principal que servirá el ascensor. Se denomina de acuerdo al número del ascensor, por ejemplo:

n_1= número probable de paradas del ascensor 1

5.3.5 Número probable de pisos

5.3.5.1 Distancia promedio entre pisos para el ascensor que sirve los pisos impares (e_{an})

$$e_{an} = \frac{e_p(n_a - 1)}{n}$$

5.3.5.2 e_{ap}, para el ascensor que sirve los pisos pares

$$e_{ap} = 2e_p$$

5.3.6 Las denominaciones de todos los demás términos se realizarán utilizando como sufijo el número del ascensor.

5.3.7 La realización del cálculo se efectuará tomando por separado cada ascensor del equipo, variando la velocidad nominal, capacidad nominal y número de ascensores hasta que para cada ascensor se obtengan valores permitidos del intervalo probable (I) y la capacidad de transporte (C), según la Tabla 1.

5.3.2.7 Ejemplo de cálculo (sistema de paradas alternas)

Edificio de 10 plantas superiores (9 plantas tipo más la planta pent-house) y una planta inferior. Distancia promedio entre pisos igual a 2,9 m.

Planta tipo: consiste en cinco apartamentos de tres habitaciones cada uno.

Planta Pent-house: consiste en tres apartamentos de cuatro habitaciones cada uno.

Iteración número 1

Cantidad de ascensores= 2

Velocidad nominal= 0,63 m/s

Capacidad nominal= 8 personas

Ascensor N° 1 sirve S, PB, 1, 3, 5,7 y 9

Ascensor N° 2 sirve S, PB, 2, 4, 6, 8 y P.H.

Resolución

Total habitaciones ascensor N° 1 = 5×3×5 = 75

Total habitaciones ascensor N° 2 = (5×3×4) + (3×4)
= 72

Tomando el factor de población de la Tabla 1

$B_1 = (75)\times(1,75) = 131,25$ personas

$B_2 = (72)\times(1,75) = 126$ personas

Según la Tabla 5, el número de personas por viaje es:

$P_v = 7$ personas

Según 5.3.5 el número probable de pisos será:

$$n_{p1} = 5\left[1-\left(\frac{4}{5}\right)^7\right] = 3,95$$

$$n_{p2} = 5\left[1-\left(\frac{4}{5}\right)^7\right] = 3,95$$

Según 5.3.5.1:

$$e_{an} = \frac{2,9\times(10-1)}{5} = 5,22$$

Según 5.3.5.2:

$e_{ap} = 2,9\ (2) = 5,8$

Según 3.7

$$h_{p1} = 5-\left[\left(\frac{1}{5}\right)^7+\left(\frac{2}{5}\right)^7+\left(\frac{3}{5}\right)^7+\left(\frac{4}{5}\right)^7\right] = 4,76$$

$$h_{p2} = 5-\left[\left(\frac{1}{5}\right)^7+\left(\frac{2}{5}\right)^7+\left(\frac{3}{5}\right)^7+\left(\frac{4}{5}\right)^7\right] = 4,76$$

Según la Tabla 6 el tiempo de llenado T= 9,5 s y de acuerdo a 5.3.1.5 el tiempo de un viaje completo es:

$$TVC_1 = \frac{2\times4,76\times5,22}{0,63} + (3,95+1)\times(9,5) + (3,5\times7)$$
$$= 150,4$$

$$TVC_2 = \frac{2\times4,76\times5,8}{0,63} + (3,95+1)\times(9,5) + (3,5\times7)$$
$$= 159,17$$

Utilizando el factor indicado en la Tabla 2, el tiempo adicional es:

$$TA_1 = \frac{150,41\times3,5}{100} = 5,26\ s$$

$$TA_2 = \frac{159,17\times3,5}{100} = 5,57\ s$$

El tiempo total de viaje es:

$TTV_1 = 150,41 + 5,26 = 155,67$ s

$TTV_2 = 159,177 + 5,57 = 164,74$ s

Según 3.2.8.1 la capacidad de transporte es

$$C_1 = \frac{300\times7\times100}{155,67\times131,25} = 10,28$$

$$C_2 = \frac{300\times7\times100}{164,74\times126} = 10,12$$

Según 3.2.8.2 el intervalo probable es:

$I_1 = TTV_1 = 155,67$ s

$I_2 = TTV_2 = 164,74$ s

Conclusiones

Observando los valores de la Tabla 1 vemos que aunque C_1 y C_2 cumplen los requisitos, I_1 e I_2 no lo hacen, por lo que el equipo no cumple los requisitos de tráfico vertical.

Iteración número 2

Cantidad de Ascensores = 2

Velocidad nominal = 1,0 m/s

Capacidad nominal = 8 personas

$P_v = 7$ personas

$n_{p1} = 3,95$

$n_{p2} = 3,95$

$h_{p1} = 4,76$

$h_{p2} = 4,76$

$T_p = 10$ s

$e_{an} = 5,22$

$e_{ap} = 5,8$

$$TVC_1 = \frac{2 \times 4,76 \times 5,22}{1} + (4,95 \times 10) + (3,5 \times 7) = 123,69 \text{ s}$$

$$TVC_2 = \frac{2 \times 4,76 \times 5,8}{1} + (4,95 \times 10) + (3,5 \times 7) = 129,22 \text{ s}$$

$$TA_1 = \frac{123,69}{100} \times 3,5 = 4,33 \text{ s}$$

$$TA_2 = \frac{129,22}{100} \times 3,5 = 4,33 \text{ s}$$

$TTV_1 = 123,69 + 4,33 = 128,02$ s

$TTV_2 = 129,22 + 4,52 = 133,74$ s

$$C_1 = \frac{300 \times 7 \times 100}{128,02 \times 131,25} = 12,50$$

$$C_2 = \frac{300 \times 7 \times 100}{133,74 \times 126} = 12,46$$

$I_1 = TTV_1 = 128,02$ s

$I_2 = TTV_2 = 133,74$ s

Conclusiones

Tanto C_1, C_2, I_1 e I_2 son admisibles según la tabla1, por lo que el equipo de ascensores cumple los requisitos de tráfico vertical.

5.4 Edificios para oficinas y hoteles

5.4.1 Definiciones y disposiciones especiales

5.4.1.1 Tiempo necesario para la apertura y cierre de las puertas (T_1)

El tiempo necesario para la apertura y cierre de puertas (T) para efectos de cálculo se tomará igual al indicado en la Tabla 7. En caso de que la entrada libre mínima no esté especificada en dicha tabla, ésta se tomará igual a la inmediata superior que se encuentre en la tabla. Por ejemplo:

Entrada libre mínima= 850 mm

Se tomará:

Entrada libre mínima= 900 mm

Velocidad nominal= 1,6 m/s

$T_1 = 4,8$ s

5.4.1.2 Tiempo necesario para entrar y salir de la cabina (T_2)

El tiempo necesario por un pasajero para entrar y salir de la cabina (T_2) se tomará igual al indicado en la Tabla 8. En caso de que la entrada libre mínima no esté especificada en dicha tabla, esta se tomará igual a la inmediata inferior que se encuentre en la tabla. Por ejemplo

Entrada libre mínima= 850 mm

Se tomará:

Entrada libre mínima= 800 mm
$T_2 = 2,2$ s.

5.4.1.3 Población total estimada

La población total estimada se calculará tomando el factor de ocupación en base a las áreas netas según lo indicado en la Tabla 1.

5.4.1.4 Aceleración o desaceleración (φ)

Para todos los efectos de cálculo la aceleración o desaceleración (φ) se tomará igual a 1,0 m/s^2.

5.4.1.5 Tipo de puertas

El tipo de puertas debe ser de operación automática.

5.4.1.6 Tipos de servicio de transporte vertical

El servicio de transporte vertical puede ser efectuado por:

a) Un ascensor

b) Un grupo o batería de ascensores

c) Varios grupos de ascensores

5.4.1.6.1 Se entiende por un ascensor aquel que:

a) Sirve la planta principal, las plantas superiores y el o los sótanos (en caso de que éstos existan y se desee dotarlos de servicio de ascensores).

b) El mando es automático colectivo en ambos sentidos.

5.4.1.6.2 Se entiende por grupo de ascensores aquellos que:

a) La velocidad nominal de los ascensores es la misma.

b) El mando de los ascensores es automático colectivo en ambos sentidos y comandado por una batería única.

c) Cualquier piso servido por un ascensor del grupo es servido también por todos los demás ascensores del grupo.

d) En caso de existir sótanos y se desee dotarlos de servicio, todos los ascensores del grupo deben servirlos.

e) Los accesos a los ascensores en cada piso servido estén suficientemente cercanos de forma que permitan a los pasajeros alcanzar sin dificultad cualquiera de los ascensores de acuerdo al sistema de señalización.

5.4.1.6.3 Se entiende por varios grupos o baterías de ascensores a aquellos en que:

a) Cada grupo cumpla con lo estipulado en el punto 3.13

b) Cada grupo o batería de ascensores sirve una determinada zona del edificio y las plantas de uso común tales como: La planta principal, plantas para uso de fiestas, entradas especiales al edificio, sótanos(en caso de que existan y se desee dotarlos de servicio) u otras.

c) El mando de cada grupo o batería de ascensores es automático colectivo en ambos sentidos y comandado por una batería única.

5.4.1.6.4 En cualquiera de los casos enumerados la totalidad de la población estimada debe ser servida, de forma que se cumplan los requisitos de tráfico vertical, según lo indicado en la Tabla 1.

5.4.2 Fórmulas específicas para el cálculo del tiempo de un viaje completo (TVC) en edificios de oficinas, hoteles, hospitales y clínicas

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

5.4.2.1.1 Para el caso de no existir zona expresa y de que la velocidad nominal sea menor o igual que:

$$\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{n_P}}$$

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

5.4.2.1.2 Para el caso de no existir zona expresa y de que la velocidad nominal sea mayor que:

$$\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{n_P}}$$

$$TVC = \frac{2H_a}{\sqrt{\frac{H_a(\varphi)}{n_P}}} + \frac{V_n}{\varphi} + \frac{H_a}{V_n} + T_1(n_P + 1) + T_2 P_v$$

5.4.2.1.3 Para el caso en que exista zona expresa y de que la velocidad nominal sea menor o igual que:

$$\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{n_P}}$$

$$TVC = \frac{2H_a}{V_n} + \left(\frac{V_n}{\varphi} + T_1\right) \times (nP + 1) - \frac{H_s}{nP(V_n)} + T_2 P_v$$

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

$$\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{n_P}}$$

$$TVC = \frac{2H_a}{V_n} - \frac{H_s}{V} + \frac{2V_n}{\varphi} + \left[\frac{2H_s}{nP\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{nP}}}\right](nP - 1)$$

$$+ T_1(nP + 1) + T_2 P_v$$

5.4.3 Realización del cálculo

5.4.3.1 La realización del cálculo depende del tipo de sistema (según lo establecido en 5.4.1.6) a utilizarse y el cual depende de las características del edificio.

5.4.3.2 En el caso de utilizarse los sistemas de un ascensor o un grupo de ascensores según lo establecido en 5.4.1.6, puntos 1 y 2 el cálculo se realiza por medio de iteraciones, asignando valores arbitrarios a el número de ascensores, la capacidad nominal y la velocidad nominal, hasta que se obtengan valores permitidos del intervalo probable (I) y de la capacidad de transporte (C), según lo indicado en la Tabla 1.

5.4.3.3 En el caso de utilizarse el sistema de varios grupos de ascensores (adecuado para edificios de gran altura) se observará lo siguiente:

a) Se asumirán varios grupos de ascensores los cuales servirán diferentes zonas del edificio.

b) Se establecerán las zonas que servirán estos grupos de ascensores.

c) La velocidad de los grupos que sirvan las zonas más altas del edificio tendrán una velocidad mayor o igual que aquellos que sirvan zonas más bajas, a fin de obtener aproximadamente los mismos intervalos probables para todos los grupos de ascensores.

d) El cálculo del intervalo probable (I) y de la capacidad de transporte (C) para cada grupo de ascensores. Se realizará mediante iteraciones, variando el número de ascensores, la capacidad nominal y la velocidad nominal hasta que se obtengan valores permitidos del intervalo probable y de la capacidad de transporte, según lo indicado en la Tabla 1.

5.4.3.4 Ejemplo del cálculo

Edificio con las siguientes características:

a) Tipo de edificio: Oficinas
b) Uso diversificado.

c) Edificio consta de:

1) Planta principal

2) 50 plantas superiores (n_a= 50)

3) Un sótano (n_i=1)

d) Todas las plantas superiores poseen iguales áreas brutas y netas según sigue:

Area Bruta/ planta= 700 m^2

Area neta/ planta= 510 m^2

e) Distancia promedio entre pisos ubicados sobre la planta principal= 3,4 m

f) Distancia promedio entre pisos ubicados bajo la planta principal = 2,8 m

g) Las únicas plantas de uso común son la planta principal y los sótanos.

h) Se desea que los grupos de ascensores sirvan los sótanos

Iteración número 1

a) Debido a la altura del edificio se elige el sistema de varios grupos de ascensores, siendo el número de ellos tres (3)

b) Denominando a estos grupos como: grupo "A", grupo "B" y grupo "C", los cuales servirán las zonas que se especifican a continuación más el sótano

Grupo "A" sirve: Planta principal, pisos 35 al 50 y el sótano.

Grupo "B" sirve: Planta principal, pisos 18 al 34 y el sótano.

Grupo "C" sirve: Planta principal, pisos 1 al 17 y el sótano.

c) Utilizando puertas de entrada libre mínimo= 1 000 mm

Grupo "A" (iteración 1)

Número de ascensores= 4

Capacidad nominal= 20 personas

Velocidad nominal= 6 m/s

n= 16

$n_e = n_a - n_s = 34$

Según el factor de ocupación de la Tabla 1 la población estimada a ser servida por el grupo de ascensores es:

B_A= 16 personas

Según 3.5 o la Tabla 5 el número de personas por viaje es igual a:

P_V= 16 personas

El recorrido superior total es igual a:

$H_a = n_a (e_p) = (50) . (3,4) = 170$ m

El recorrido expreso es igual a:

$H_e = n_e (e_p) = (34) . (3,4) = 115,6$ m

El recorrido sobre la planta principal con servicio de ascensores es igual a:

$H_S = H_a - H_e = 170 - 115,6 = 54,4$ m

Según 3.6.1 o la Tabla 3 el número probable de paradas (n_p) es igual a:

n_p= 10,3

Según 5.4.1.1 T_1 = 3.95 s

Según 5.4.1.2 T_2= 2 s

$$\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{n_P}} = \sqrt{\frac{54,4(1)}{10,3}} = 2,30$$

Debido a que existe zona expresa y a que la velocidad nominal es mayor que 2,3 s , la fórmula a utilizarse para el cálculo del TVC es la indicada en 5.4.2.1.4 por lo que:

$$TVC = \frac{2\times170}{6} - \frac{54,4}{6} + \frac{2\times6}{1} + \left[\frac{2\times54,4}{10,3\times(2,3)}\right](10,3-1)$$

$$+3,95(10,3+1)+2(16)$$

TVC = 178,95 s

El tiempo adicional (TA) por servicio al sótano, tomando el factor de la Tabla 2 es igual a:

$$TA = \frac{179(1)}{4} = 17,9 \text{ s}$$

El tiempo de un circuito completo es por lo tanto igual a:

TTV = **TVC + TA** = 179 + 17,9 = 196,9 s

Según 3.9 (Caso a) el intervalo probable es igual a:

$$I = \frac{196,9}{4} = 49,23 \text{ s}$$

Según 3.8 la capacidad de transporte es igual a :

$$C = \frac{300\times16\times(4\times100)}{196,9\times816} = 11,95$$

Conclusiones

Los resultados no son admisibles

Grupo "A" (Iteración 2)

Incrementemos el número de ascensores a 5 obteniendo los siguientes resultados:

TVC = 196,9 s

$$I = \frac{196,9}{5} = 39,38 \text{ s}$$

$$C = \frac{300\times16\times5\times100}{196,9\times816} = 14,94$$

Conclusiones

Observando los valores de la Tabla 1 se deduce que tanto el intervalo probable como la capacidad de transporte de los ascensores del grupo "A" cumplen los requisitos del tráfico vertical.

Grupo "B" (Iteración 1)

Número de ascensores= 5

Capacidad nominal= 20 personas

Velocidad nominal= 5 m/s

Siguiendo los pasos anteriores tenemos:

n_a = 34
n_s = 17
n_e = 17

$$B_B = \frac{17\times510}{10} = 867 \text{ personas}$$

P_V = 16 personas

H_a = 115,6 m

H_e = 57,8 m

H_s = 57,8 m

n_p = 10,56

T_1 = 3,95 s

T_2 = 2 s

$$\sqrt{\frac{57,8\times 1}{10,56}} = 2,34$$

Según 5.4.2.1.4

$$TVC = \frac{2\times 115,6}{5} - \frac{57,8}{5} + \frac{2\times 5}{1} + \left[\frac{2\times 57,8}{10,56\times(2,34)}\right](10,56-1)$$

$$+3,95(10,56+1)+2(16)$$

TVC = 167,07 s

TA = 16,71 s

TTV = 183,77 s

$$I = \frac{183,77}{5} = 36,75 \text{ s}$$

$$C = \frac{300\times 16\times 5\times 100}{183,77\times 867} = 15,06 \text{ s}$$

Conclusiones

Los ascensores del grupo "B" cumplen los requisitos de tráfico vertical

Grupo "C" (Iteración 1)

Cantidad de ascensores= 4

Capacidad nominal= 22 personas

Velocidad nominal= 4 m/s

Operando de igual forma:

n_a = 17

n_s = 17

n_e = 0

$$B_c = \frac{17\times 510}{10} = 867 \text{ personas}$$

P_v = 18 personas

H_a = 17 . (3,4) = 57,8 m

H_e = 0 . (3,4) = 0

H_s = 57,8 metros = H

T_1 = 3,95 s

T_2 = 2 s

n_p = 11,29

$$\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{n_P}} = \sqrt{\frac{57,8(1)}{11,29}} = 2,26$$

Debido a que no existe zona expresa y a que la velocidad nominal es mayor que 2,26 se usará la fórmula indicada en 5.4.2.1.2

$$TVC = \frac{2\times 57,8}{2,26} + \frac{4}{1} + \frac{57,8}{4} + 3,95\times(11,29+1) + 2\times(18)$$

TVC = 154,15 s

TA = 15,42 s

TTV = 169,57 s

$$I = \frac{169,57}{4} = 42,39 \text{ s}$$

$$C = \frac{300\times 18\times 4\times 100}{169,57\times 867} = 14,69 \text{ s}$$

Conclusiones

Debido a que los requisitos no cumplen con lo establecido en la Tabla 4 y que a pesar de que la capacidad de transporte es buena pero el intervalo no, disminuiremos la capacidad nominal de la cabina dejando las otras variables sin modificación.

Grupo "C" (Iteración 2)

Número de personas =4

Capacidad nominal= 20 personas

Velocidad nominal = 4 m/s

Operando de la misma forma:

$n_a = 17$

$n_s = 17$

$n_e = 0$

$B_c = 867$ personas

$P_v = 16$ personas

$H_a = 57,8$ m

$H_e = 0$

$H_s = H = 57,8$ m

$T_1 = 3,95$ s

$T_2 = 2$ s

$n_p = 10,56$

$$\sqrt{\frac{H_S(\varphi)}{n_P}} = \sqrt{\frac{57,8(1)}{10,56}} = 2,34$$

Según 5.4.2.1.2

$$TVC = \frac{2\times 57,8}{2,34} + \frac{4}{1} + \frac{57,8}{4} + 3,95\times(10,56+1) + 2\times(16)$$

TVC = 145,51 s

TA = 14,55 s

TTV = 160,06 s

$$I = \frac{160,06}{4} = 40,02 \text{ s}$$

$$C = \frac{300\times 16\times 4\times 100}{160,06\times 867} = 13,84 \text{ s}$$

Conclusiones

Los ascensores del grupo "C" cumplen los requisitos de tráfico vertical

A continuación se muestran los resultados generales admisibles

	Cantidad de Ascensores	Capacidad	Velocidad
GRUPO "A"	5	20 Personas	6 m/s
GRUPO "B"	5	20 Personas	5 m/s
GRUPO "C"	4	20 Personas	4 m/s

BIBLIOGRAFIA

ISO 4190/1-1980 Passenger lift installation. Part 1: Lifts of classes I, II y III. International Organization for Standardization. 1st Edition. Edited by ISO. Switzerland.

ISO 4190/2-1982 Passenger lifts and service lifts. Part 2: Lifts of class IV. International Organization for Standardization. 1st Edition. Edited by ISO. Switzerland.

ISO 4190/3-1982 Passenger lift installation. Part 3: Service lifts of class IV. International Organization for Standardization. 1st Edition. Edited by ISO . Switzerland.

ISO 4190/6-1984 Lift and service lifts (USA: elevators and dumbwaiters) Part 6: Passenger lifts to be installed in residential buildings. Planning and selection. International Organization for Standardization. 1st Edition. Edited by ISO . Switzerland.

ANSI / ASME A17.1 - 1981 Safety code for elevators and escalators. An American National Standard. Sponsored and published by the American Society of Mechanical Engineers United Engineering Center, 345 East 47 Street, New York N.Y. 10017.

Participaron en la revisión de esta norma: Manuel Pedrero, Mauricio Zanoletti, Alexander Keller, María A. Tovar, José Linares, Cristhian Boyer, Oscar Neuenschwander, Rafael Troconis. Joen Rodríguez.

Tabla 1 - Determinación del factor de ocupación, capacidad de transporte e intervalo probable de acuerdo al tipo y uso de la edificitón

Tipo de edificios	Uso	Descripción	Factor de ocupación	C (%)	I (s)
Viviendas multifamiliares	Residencial paradas continuas		1,75 pers/ hab	6,50	95,00
	Residencial paradas alternas				137,00
Oficinas y comercios	Único	Predomina una sola empresa o firma	8 m^2 / persona	16	40
	Diversificado	Varias firmas ninguna predomina	8 m^2 / persona	13	40
Oficinas públicas	Dependencia del gobierno		8 m^2 / persona	18,00	35,00
Hotel			2 pers/ hab	12,00	40,00
Hospitales			5 pers/ cama	12,00	40,00
Clínicas			4 pers/ cama	12,00	40,00

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 máximo tendrá los valores siguientes:

Número de ascensores		Intervalo máximo
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)

Tabla 2 - Determinación del tiempo adicional dependiendo del tipo de edificio

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 públicas	10 % del TVC por cada sótano
Hotel	10 % del TVC por cada sótano

Tabla 3. 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).

ns	Pv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2		1,00	1,50	1,75	1,88	1,94	1,97	1,98	1,99	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
3		1,00	1,67	2,11	2,41	2,60	2,74	2,82	2,88	2,92	2,95	2,97	2,98	2,98	2,99	2,99
4		1,00	1,75	2,31	2,73	3,05	3,29	3,47	3,60	3,70	3,77	3,83	3,87	3,90	3,93	3,95
5		1,00	1,80	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		1,00	1,83	2,53	3,11	3,59	3,99	4,33	4,60	4,84	5,03	5,19	5,33	5,44	5,53	5,61
7		1,00	1,86	2,59	3,22	3,76	4,22	4,62	4,96	5,25	5,50	5,72	5,90	6,06	6,19	6,31
8		1,00	1,88	2,64	3,31	3,90	4,41	4,86	5,25	5,59	5,90	6,16	6,39	6,59	6,77	6,92
9		1,00	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		1,00	1,90	2,71	3,44	4,10	4,69	5,22	5,70	6,13	6,51	6,86	7,18	7,46	7,71	7,94
11		1,00	1,91	2,74	3,49	4,17	4,79	5,36	5,87	6,33	6,76	7,14	7,50	7,81	8,10	8,37
12		1,00	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		1,00	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		1,00	1,93	2,79	3,59	4,33	5,03	5,67	6,26	6,81	7,33	7,80	8,25	8,66	9,04	9,39
15		1,00	1,93	2,80	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		1,00	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		1,00	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		1,00	1,94	2,84	3,68	4,47	5,23	5,94	6,61	7,24	7,84	8,40	8,93	9,44	9,91	10,36
18		1,00	1,95	2,84	3,70	4,50	5,26	5,99	6,67	7,32	7,94	8,52	9,07	9,59	10,09	10,56
20		1,00	1,95	2,85	3,71	4,52	5,30	6,03	6,73	7,40	8,03	8,62	9,19	9,73	10,25	10,73
21		1,00	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	10,90
22		1,00	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		1,00	1,96	2,87	3,75	4,58	5,38	6,15	6,88	7,58	8,25	8,90	9,51	10,09	10,66	11,19
24		1,00	1,96	2,88	3,76	4,60	5,41	6,18	6,93	7,64	8,32	8,97	9,60	10,20	10,77	11,32
25		1,00	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		1,00	1,96	2,89	3,78	4,63	5,45	6,24	7,00	7,73	8,44	9,11	9,76	10,39	10,99	11,56
27		1,00	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		1,00	1,96	2,89	3,79	4,66	5,49	6,29	7,07	7,82	8,54	9,23	9,90	10,55	11,17	11,77
29		1,00	1,97	2,90	3,80	4,67	5,51	6,32	7,10	7,85	8,58	9,29	9,97	10,62	11,26	11,87
30		1,00	1,97	2,90	3,80	4,68	5,52	6,34	7,13	7,89	8,63	9,34	10,30	10,69	11,34	11,96

Tabla 3. 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)

ns	Pv	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
3		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
4		3,96	3,97	3,98	3,98	3,99	3,99	3,99	3,99	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
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	6,80	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	8,40	8,47	8,53	8,58	8,63	8,67	8,70	8,74
10		8,15	8,33	8,50	8,65	8,78	8,91	9,02	9,11	9,20	9,28	9,35	9,42	9,48	9,53	9,58
11		8,61	8,82	9,02	9,20	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	9,70	9,89	10,07	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	11,10	11,24	11,38	11,50	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	11,80	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	12,33	12,51	12,67	12,83	12,97	13,11
16		10,30	10,66	10,99	11,31	11,60	11,87	12,13	12,37	12,60	12,81	13,01	13,20	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	12,56	12,58	12,88	13,17	13,43	13,69	13,93	14,15	14,37	14,57	14,76
19		11,00	11,42	11,82	12,20	12,56	12,90	13,22	13,52	13,81	14,08	14,34	14,59	14,82	15,04	15,25
20		11,20	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	14,80	15,09	15,38	15,64	15,90	16,14
22		11,55	12,02	12,48	12,91	13,32	13,72	14,09	14,45	14,80	15,12	15,44	15,73	16,02	16,29	16,55
23		11,71	12,20	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	16,70	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	18,30
28		12,35	12,91	13,45	13,97	14,47	14,95	15,42	15,87	16,30	16,72	17,12	17,51	17,89	18,25	18,60
29		12,46	13,03	13,58	14,11	14,63	15,12	15,60	16,06	16,51	16,94	17,35	17,76	18,14	18,52	18,88
30		12,56	13,14	13,70	14,25	14,77	15,28	15,77	16,24	16,70	17,15	17,57	17,99	18,39	18,78	19,15

Tabla 4. Recorridos probables (hp) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos por el ascensor (ns). (Inicio)

ns	Pv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2		1,50	1,75	1,88	1,94	1,97	1,98	1,99	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
3		2,00	2,44	2,67	2,79	2,86	2,91	2,94	2,96	2,97	2,98	2,99	2,99	2,99	3,00	3,00
4		2,50	3,13	3,44	3,62	3,73	3,81	3,86	3,90	3,92	3,94	3,96	3,97	3,98	3,98	3,99
5		3,00	3,80	4,20	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		3,50	4,47	4,96	5,24	5,43	5,56	5,65	5,72	5,78	5,82	5,85	5,88	5,90	5,92	5,93
7		4,00	5,14	5,71	6,05	6,27	6,43	6,54	6,63	6,69	6,75	6,79	6,82	6,85	6,88	6,89
8		4,50	5,81	6,47	6,86	7,11	7,29	7,43	7,53	7,61	7,67	7,72	7,76	7,80	7,83	7,85
9		5,00	6,49	7,22	7,66	7,95	8,16	8,31	8,43	8,52	8,59	8,65	8,70	8,74	8,77	8,80
10		5,50	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		6,00	7,82	8,73	9,27	9,63	9,88	10,07	10,22	10,33	10,42	10,50	10,56	10,62	10,66	10,70
12		6,50	8,49	9,48	10,07	10,47	10,74	10,95	11,11	11,24	11,34	11,42	11,49	11,55	11,60	11,65
13		7,00	9,15	10,23	10,87	11,30	11,60	11,83	12,00	12,14	12,25	12,35	12,42	12,49	12,54	12,59
14		7,50	9,82	10,98	11,68	12,14	12,46	12,71	12,90	13,05	13,17	13,27	13,35	13,42	13,48	13,54
15		8,00	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		8,50	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		9,00	11,82	13,24	14,08	14,64	15,04	15,34	15,57	15,76	15,91	16,03	16,13	16,22	16,30	16,36
18		9,50	12,49	13,99	14,88	15,48	15,90	16,22	16,46	16,66	16,82	16,95	17,06	17,15	17,24	17,31
19		10,00	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		10,50	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		11,00	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		11,50	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		12,00	15,83	17,74	18,89	19,65	20,19	20,60	20,92	21,17	21,37	21,54	21,69	21,81	21,92	22,01
24		12,50	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		13,00	17,16	19,24	20,49	21,32	21,91	22,35	22,70	22,97	23,19	23,38	23,54	23,67	23,79	23,89
26		13,50	17,83	19,99	21,29	22,15	22,77	23,23	23,59	23,87	24,10	24,30	24,46	24,60	24,72	24,83
27		14,00	18,49	20,74	22,09	22,98	23,82	24,10	24,48	24,77	25,01	25,22	25,39	25,53	25,66	25,77
28		14,50	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		15,00	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		15,50	20,49	22,99	24,49	25,49	26,20	26,73	27,14	27,48	27,74	27,97	28,16	28,32	28,46	28,58

Tabla4. Recorridos probables (hp) en función del número de pasajeros por viaje (Pv) y del número de pisos servidos por el ascensor (ns).(Final)

ns	Pv	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
3		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
4		3,99	3,99	3,99	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
5		4,97	4,98	4,98	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
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	6,00
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	7,90	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	8,90	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	10,90	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	11,90	11,91	11,91	11,92
13		12,63	12,67	12,70	12,73	12,76	12,78	12,80	12,82	12,83	12,85	12,86	12,87	12,88	12,89	12,90
14		13,58	13,62	13,66	13,69	13,72	13,74	13,76	13,78	13,80	13,82	13,83	13,85	13,86	13,87	13,88
15		14,53	14,57	14,61	14,65	14,68	14,70	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	15,60	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	16,80	16,81
18		17,37	17,42	17,47	17,51	17,55	17,59	17,62	17,65	17,67	17,70	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	19,50	19,54	19,57	19,50	19,63	19,65	19,68	19,70	19,72	19,73
21		20,20	20,27	20,32	20,38	20,42	20,46	20,50	20,54	20,57	20,60	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	21,50	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	23,60	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	24,60
26		24,92	25,00	25,07	25,14	25,20	25,25	25,30	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	26,30	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	28,00	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

Tabla5-Personas por viaje (Pv) en función de la capacidad nominal de la cabina (P)

Pv	P
4,00	4,00
5,00	5,00
5,00	6,00
6,00	7,00
7,00	8,00
7,00	9,00
8,00	10,00
9,00	11,00
9,00	12,00
10,00	13,00
11,00	14,00
11,00	15,00
12,00	16,00
13,00	17,00
13,00	18,00
14,00	19,00
15,00	20,00
15,00	21,00
16,00	22,00
17,00	23,00
17,00	24,00
18,00	25,00

Nota: Tabulación de acuerdo a la fórmula del punto3.5

Tabla6-Tiempo por parada en función de la velocidad nominal del ascensor para edificios de viviendas multifamiliares

Tp (s)	Vn (m/s)
9,50	0,63
10,00	1,00
10,00	1,20
9,50	1,60
9,50	2,00

Tabla7-Tiempo promedio para la apertura y cierre de las puertas en edificios para oficinas y hoteles

Entrada libre mínima (mm)	Velocidad nominal (m/s)	T_1 (s)
800,00	Vn<1,6	4,3
	1,6<Vn<2,0	3,5
	Vn>2,0	3,15
900,00	Vn<1,6	4,8
	1,6<Vn<2,0	3,90
	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

Tabla 8. Tiempo promedio para la entrada y salida de un pasajero en edificios para oficinas y hoteles

Entrada libre mínima (mm)	T_2 (s)
800	2,2
900	2,1
1.000	2
1.100	1,9
1.200	1,8

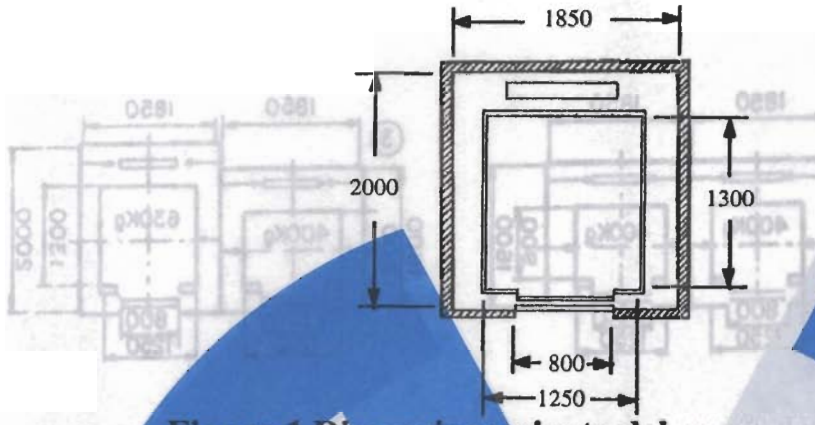


Figura 1 Dimensionamiento del carro, contrapeso y recinto del pozo para un ascensor de 630 kg

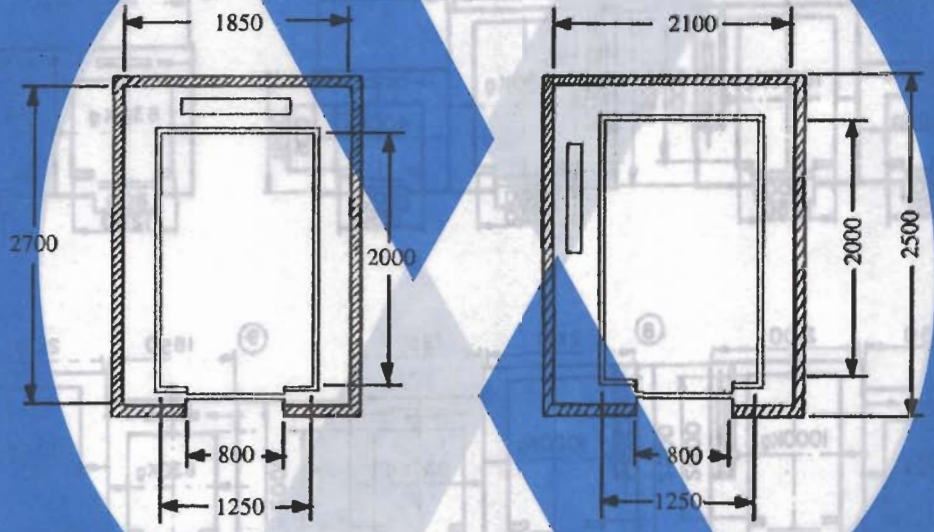


Figura 2 Dimensionamiento del carro, contrapeso y recinto del pozo para un ascensor de 1000 kg

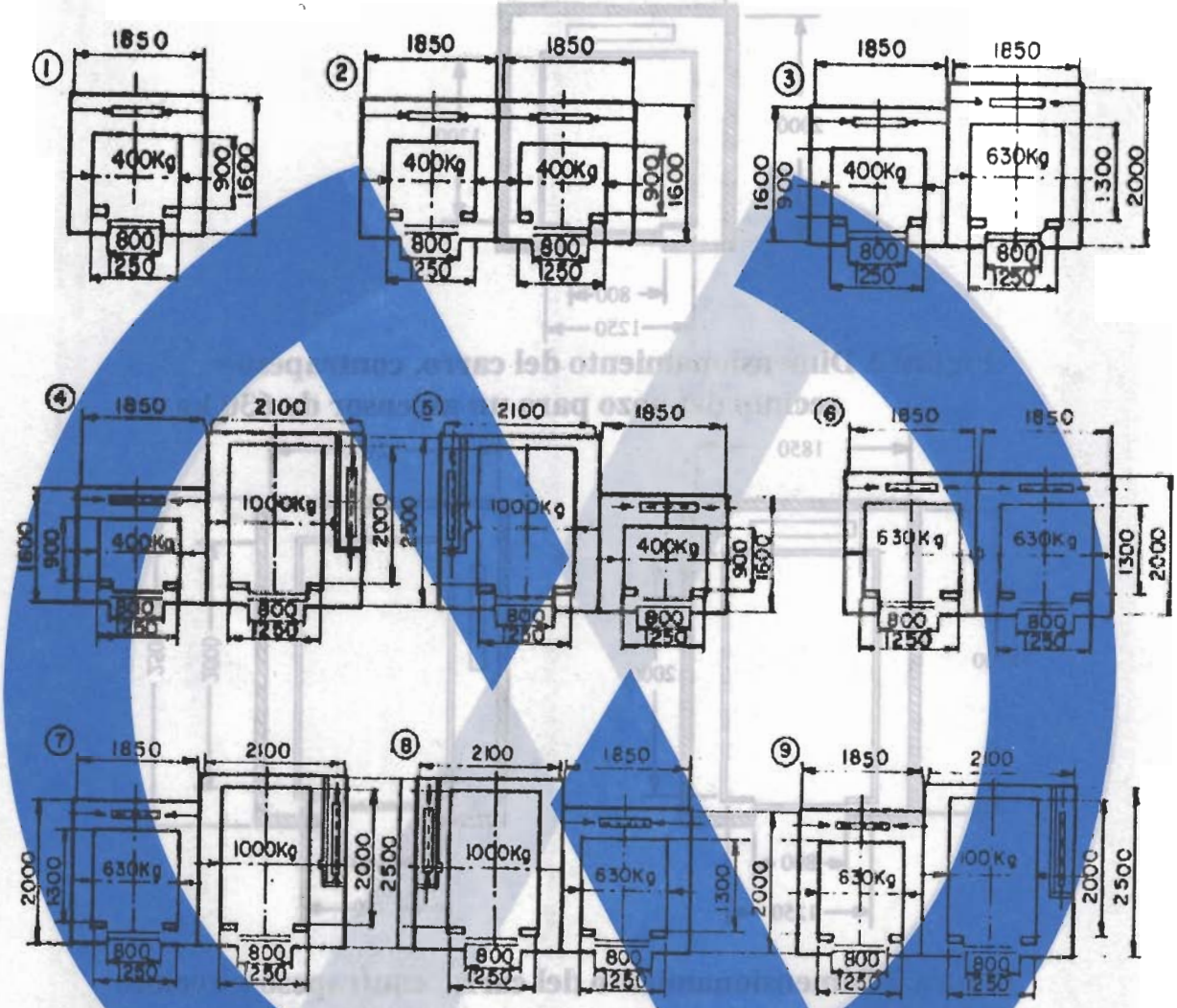


Figura 3 Áreas de cabinas y dimensionamiento de pozos en edificios para vivienda

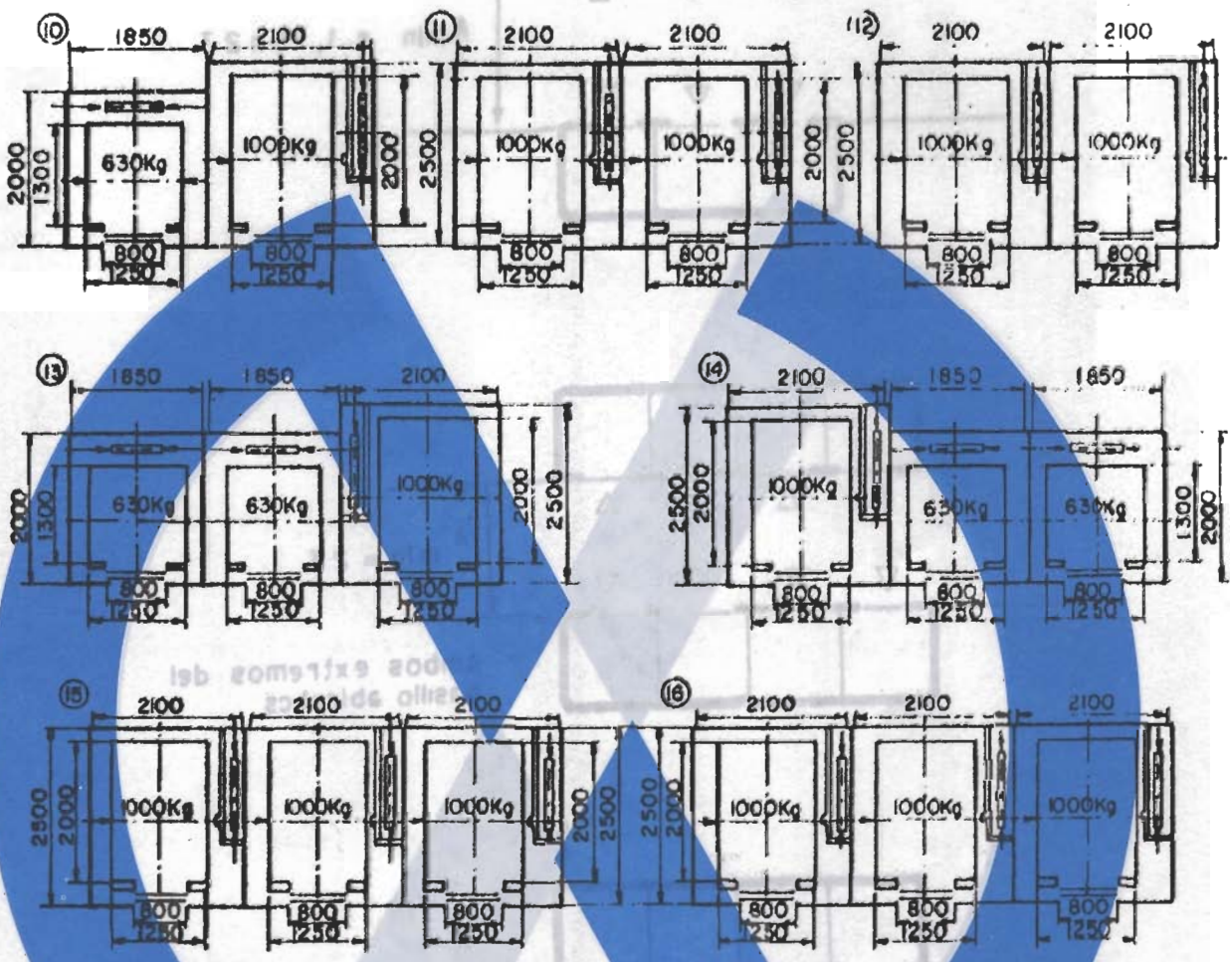


Figura 3. Medidas de cabinas y pozos en edificios para vivienda (final)

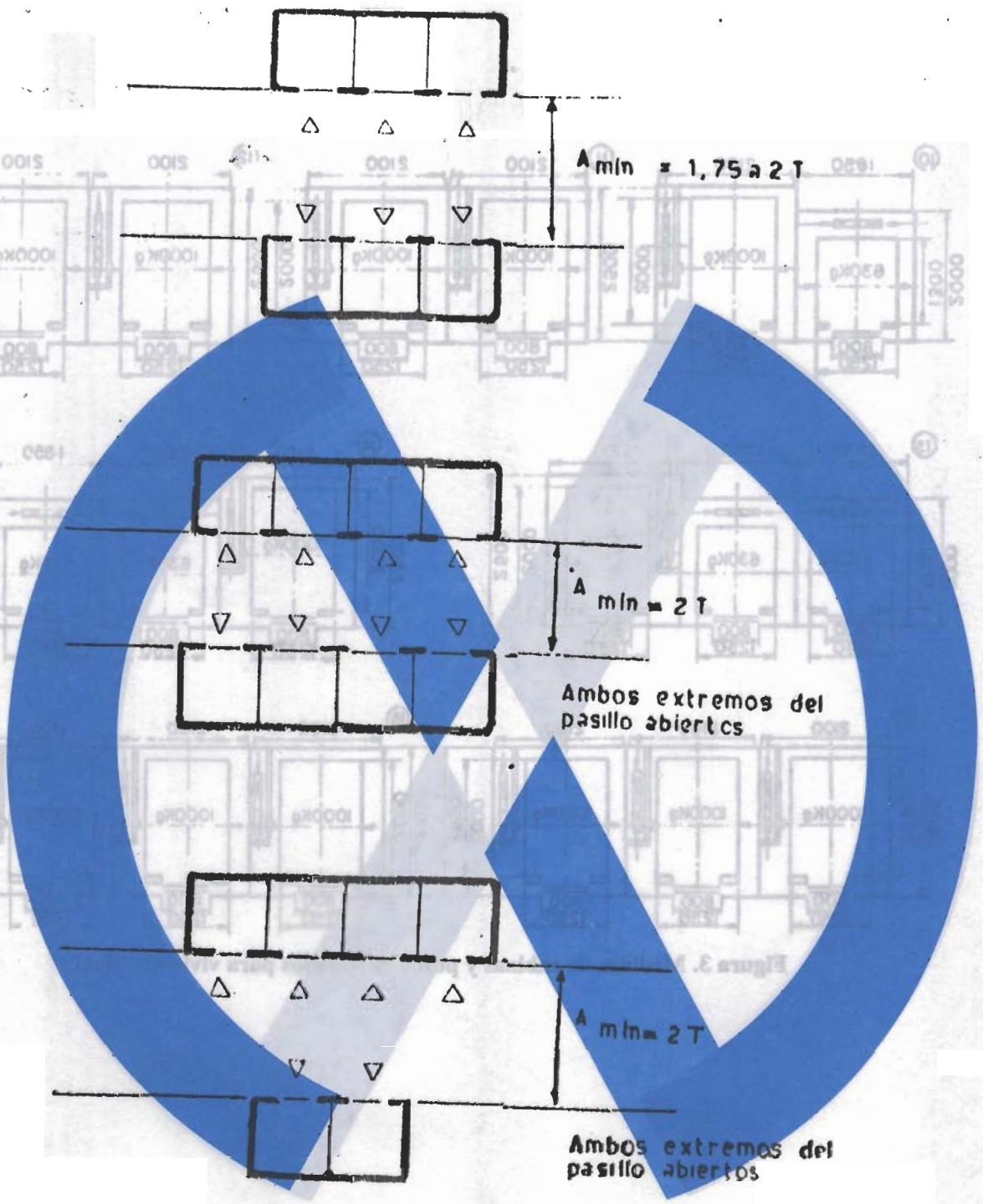


Figura 4. Disposiciones normalizadas para dos o más ascensores.

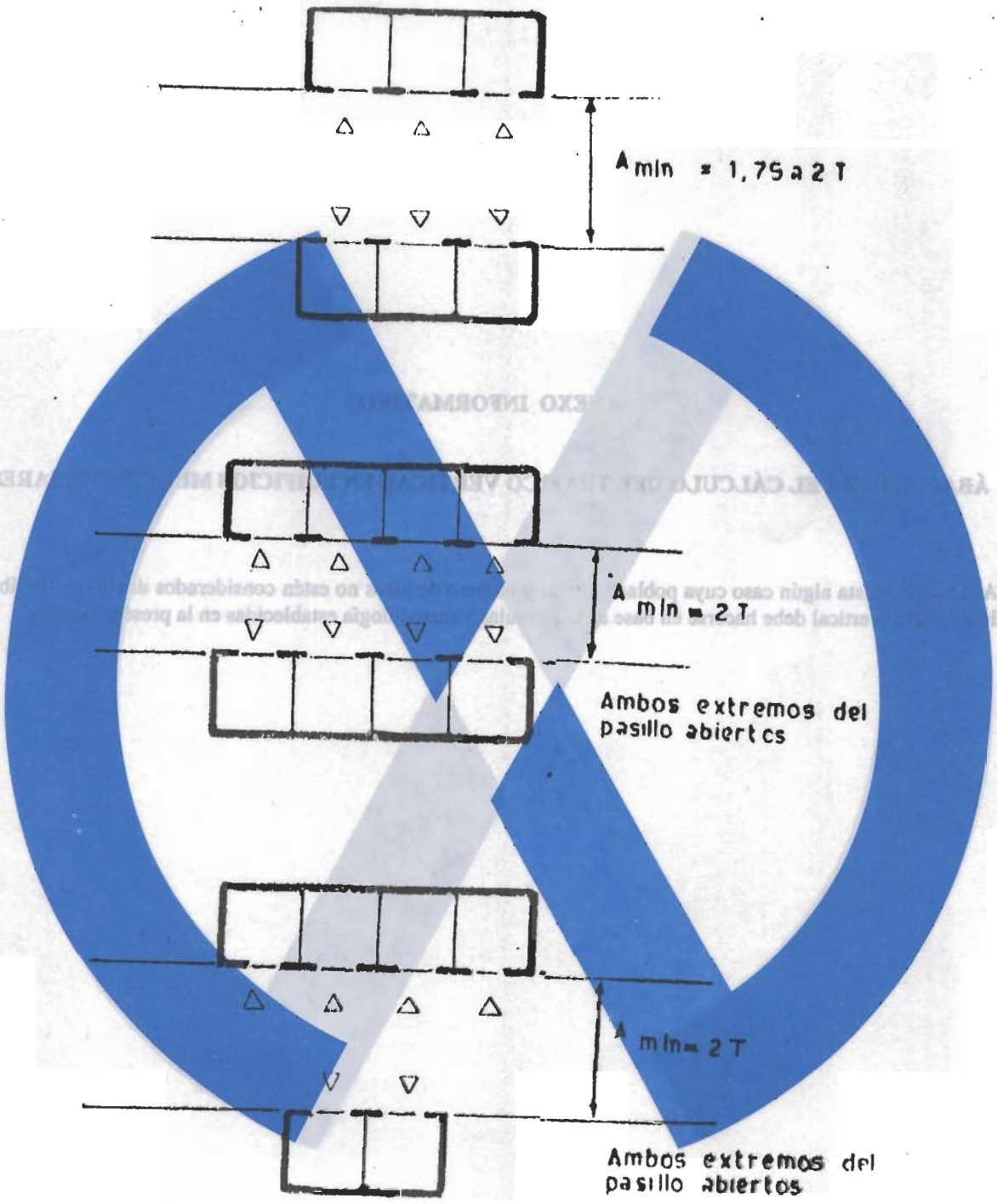
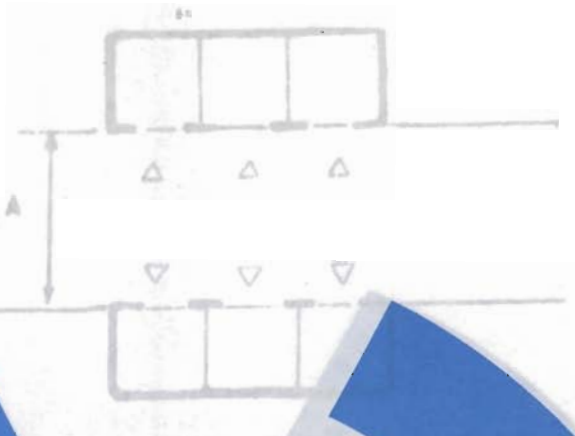


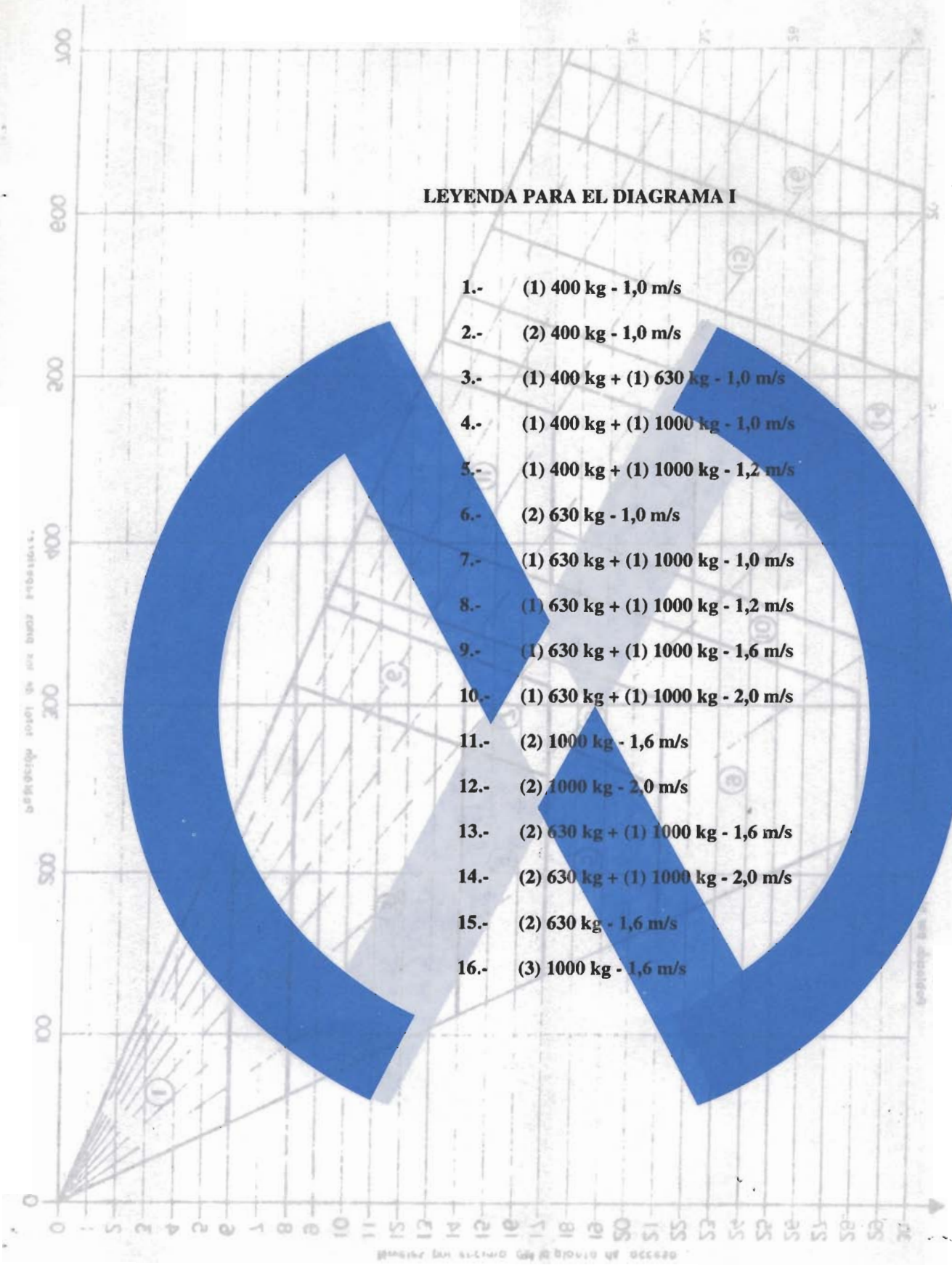
Figura 4. Disposiciones normalizadas para dos o más ascensores (Final)



ANEXO INFORMATIVO

ÁBACOS PARA EL CÁLCULO DEL TRÁFICO VERTICAL EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES

NOTA: Cuando exista algún caso cuya población total y número de pisos no estén considerados dentro de los ábacos, el cálculo de tráfico vertical debe hacerse en base a las fórmulas y metodología establecidas en la presente norma.



LEYENDA PARA EL DIAGRAMA I

1.- (1) 400 kg - 1,0 m/s

2.- (2) 400 kg - 1,0 m/s

3.- (1) 400 kg + (1) 630 kg - 1,0 m/s

4.- (1) 400 kg + (1) 1000 kg - 1,0 m/s

5.- (1) 400 kg + (1) 1000 kg - 1,2 m/s

6.- (2) 630 kg - 1,0 m/s

7.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,0 m/s

8.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,2 m/s

9.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,6 m/s

10.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 2,0 m/s

11.- (2) 1000 kg - 1,6 m/s

12.- (2) 1000 kg - 2,0 m/s

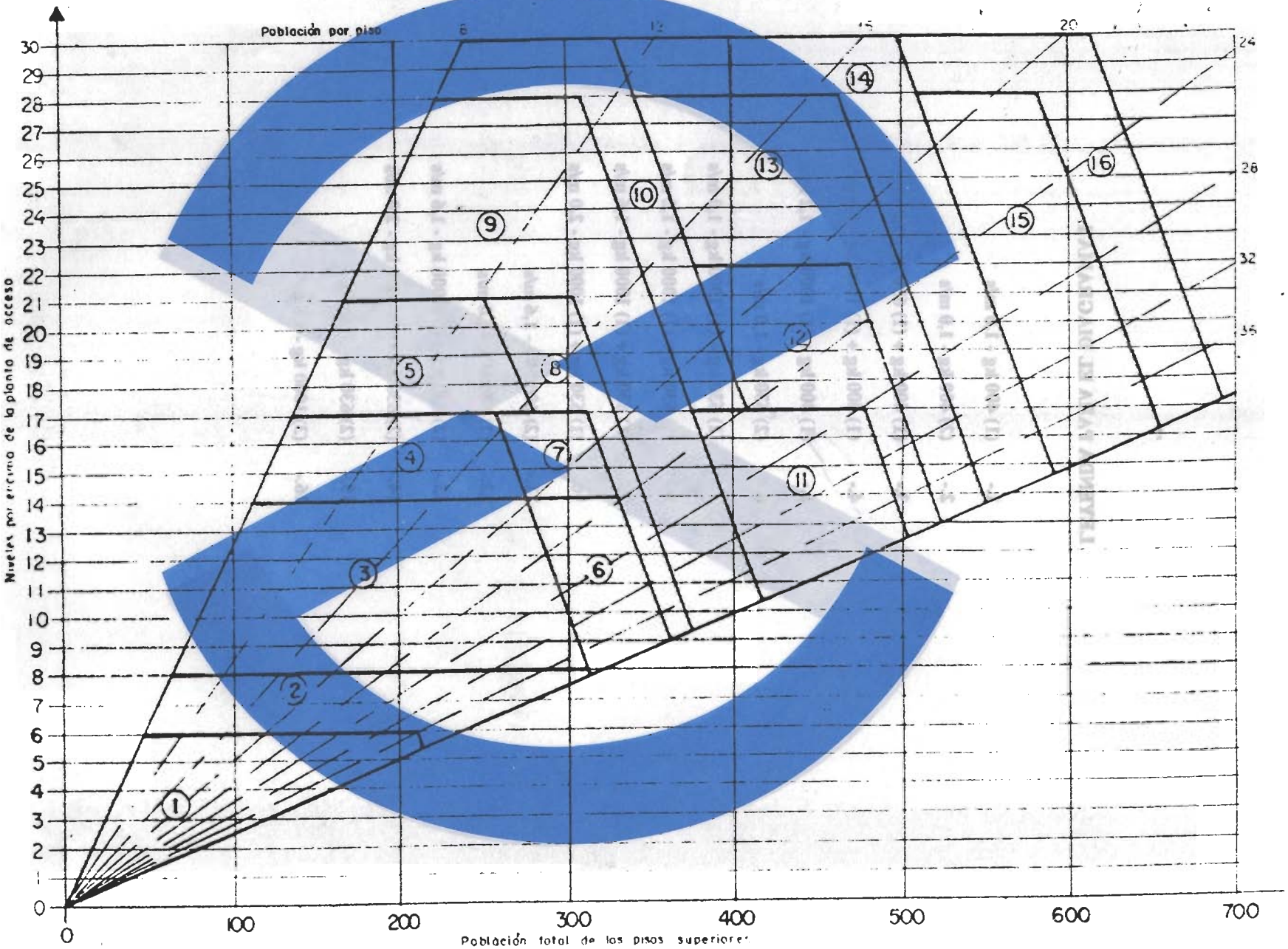
13.- (2) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,6 m/s

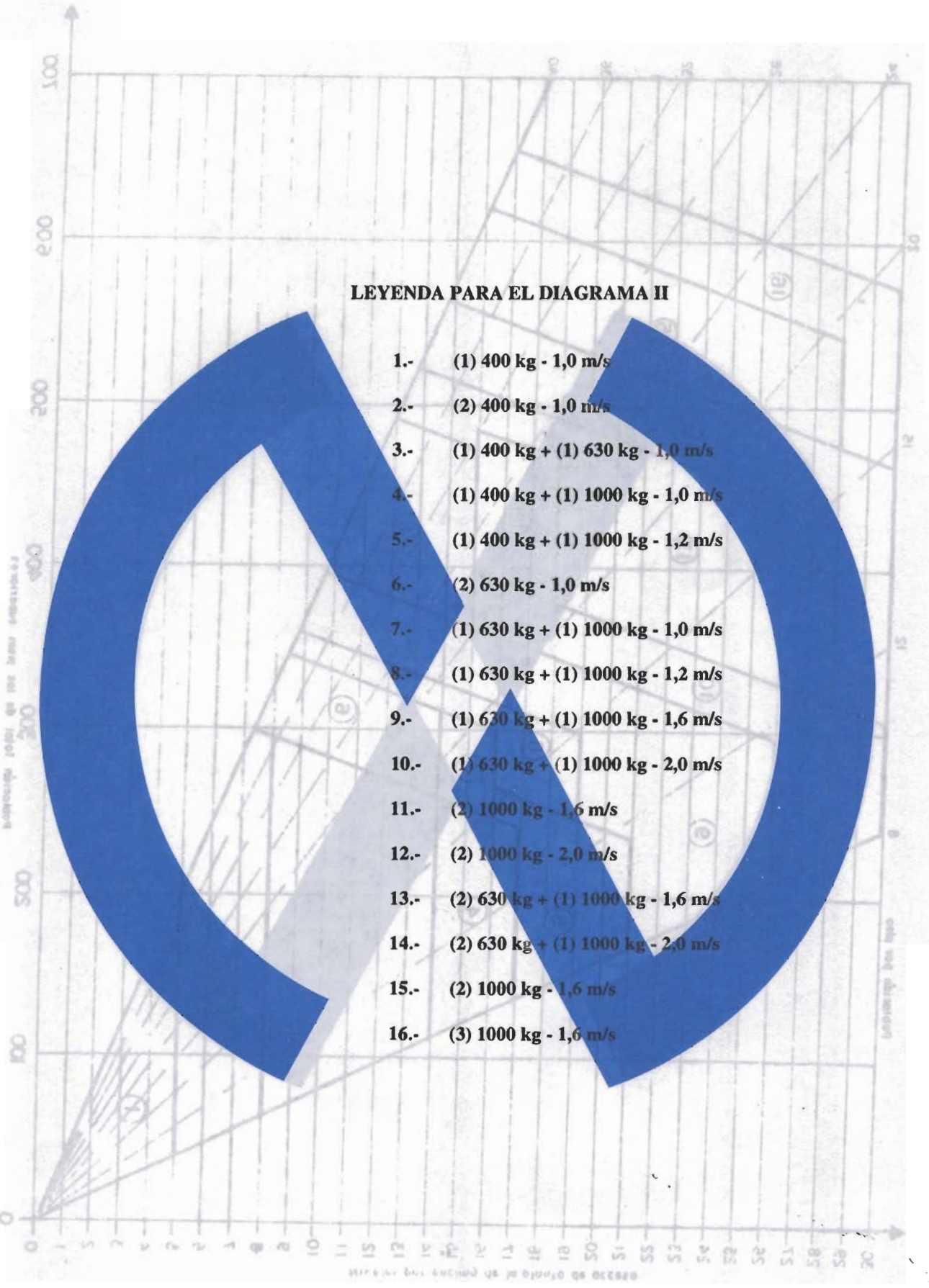
14.- (2) 630 kg + (1) 1000 kg - 2,0 m/s

15.- (2) 630 kg - 1,6 m/s

16.- (3) 1000 kg - 1,6 m/s

DIAGRAMA I Para la determinación de ascensores en edificios multifamiliares (Paradas en todos los pisos)
(Sin paradas en sótanos)





LEYENDA PARA EL DIAGRAMA II

1.- (1) 400 kg - 1,0 m/s

2.- (2) 400 kg - 1,0 m/s

3.- (1) 400 kg + (1) 630 kg - 1,0 m/s

4.- (1) 400 kg + (1) 1000 kg - 1,0 m/s

5.- (1) 400 kg + (1) 1000 kg - 1,2 m/s

6.- (2) 630 kg - 1,0 m/s

7.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,0 m/s

8.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,2 m/s

9.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,6 m/s

10.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 2,0 m/s

11.- (2) 1000 kg - 1,6 m/s

12.- (2) 1000 kg - 2,0 m/s

13.- (2) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,6 m/s

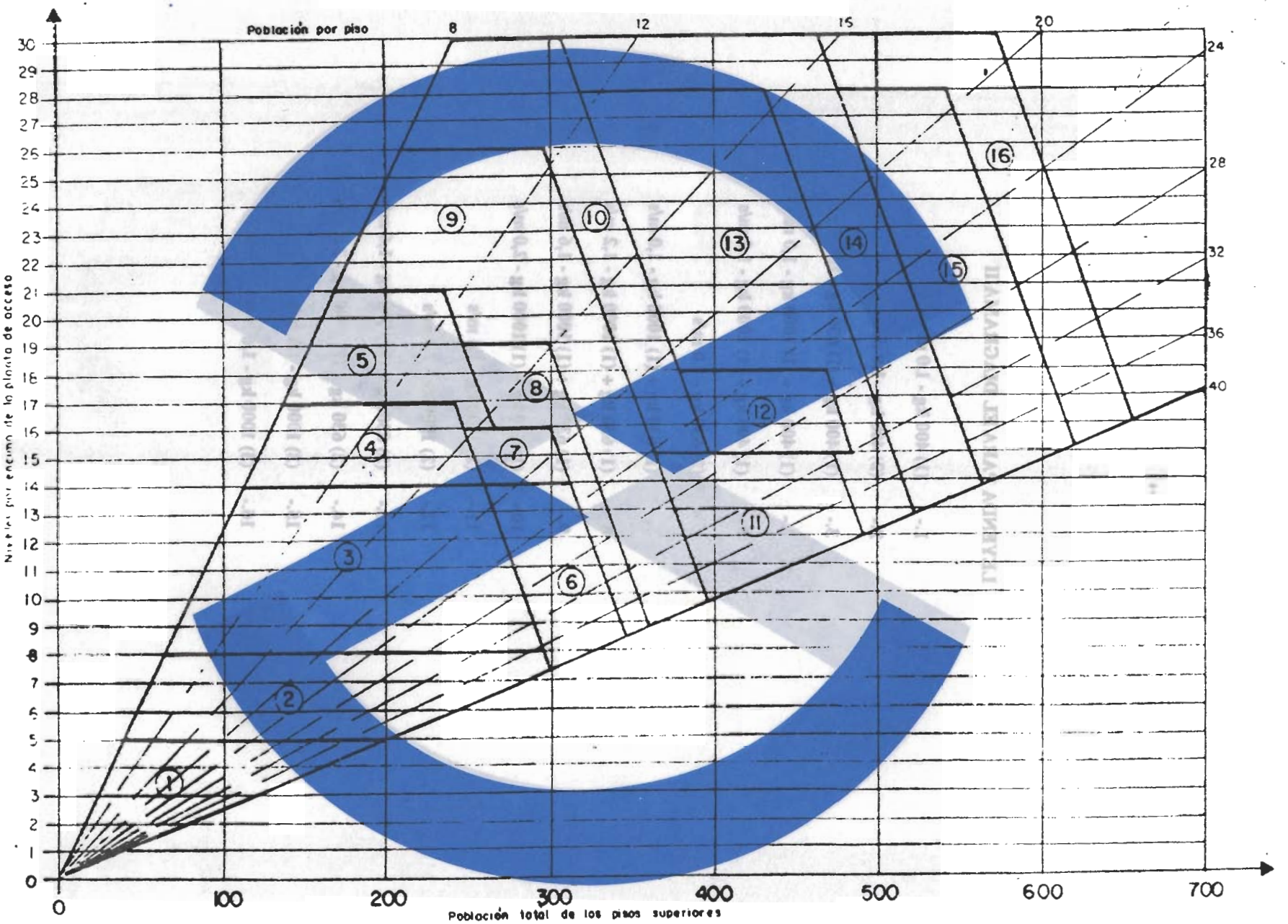
14.- (2) 630 kg + (1) 1000 kg - 2,0 m/s

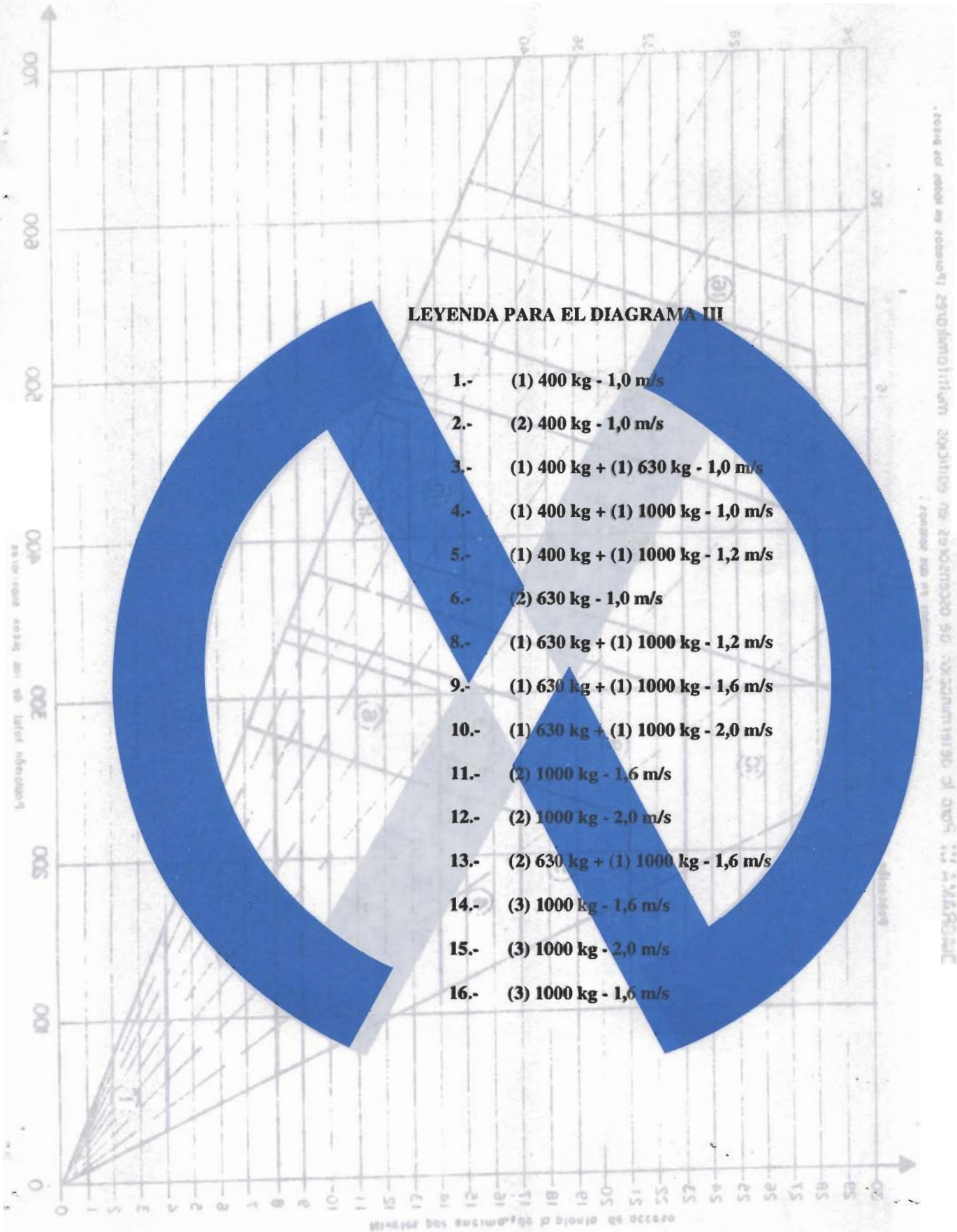
15.- (2) 1000 kg - 1,6 m/s

16.- (3) 1000 kg - 1,6 m/s

DIAGRAMA II Para la determinación de ascensores en edificios multifamiliares (Parados en todos los pisos)

(Con parada en un sótano)





LEYENDA PARA EL DIAGRAMA III

1.- (1) 400 kg - 1,0 m/s

2.- (2) 400 kg - 1,0 m/s

3.- (1) 400 kg + (1) 630 kg - 1,0 m/s

4.- (1) 400 kg + (1) 1000 kg - 1,0 m/s

5.- (1) 400 kg + (1) 1000 kg - 1,2 m/s

6.- (2) 630 kg - 1,0 m/s

8.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,2 m/s

9.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,6 m/s

10.- (1) 630 kg + (1) 1000 kg - 2,0 m/s

11.- (2) 1000 kg - 1,6 m/s

12.- (2) 1000 kg - 2,0 m/s

13.- (2) 630 kg + (1) 1000 kg - 1,6 m/s

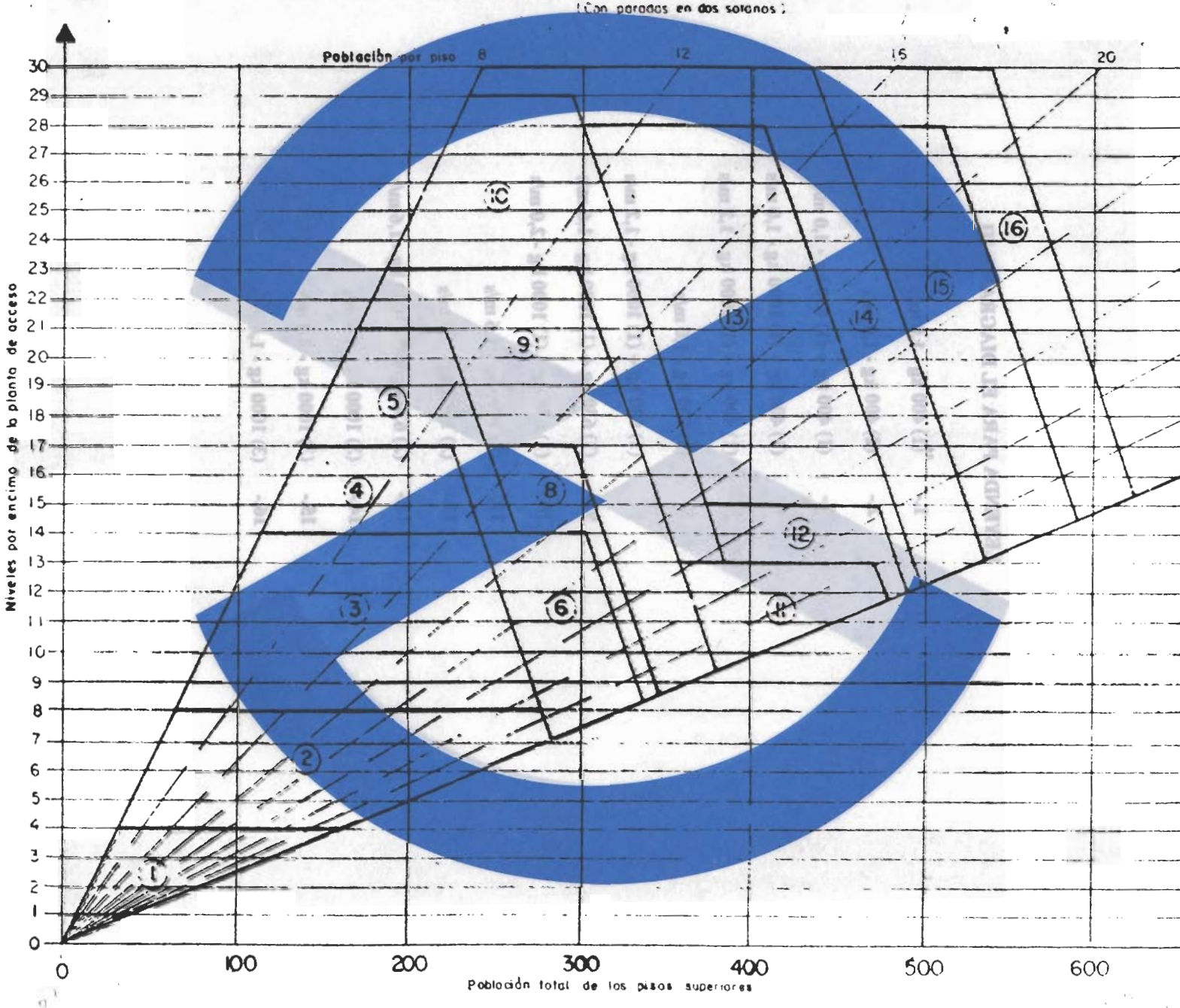
14.- (3) 1000 kg - 1,6 m/s

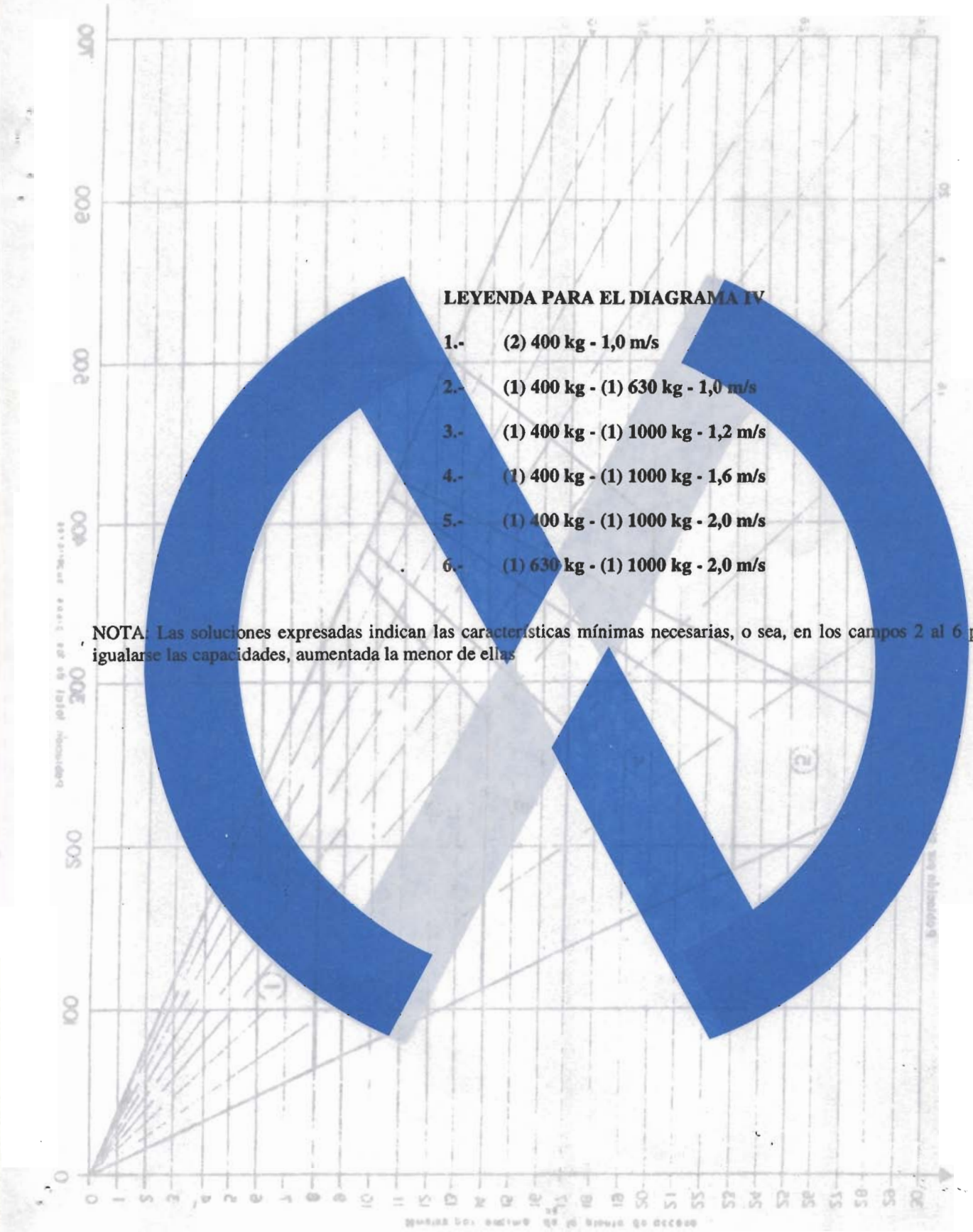
15.- (3) 1000 kg - 2,0 m/s

16.- (3) 1000 kg - 1,6 m/s

DIAGRAMA III Para la determinación de ascensores en edificios multifamiliares (Paradas en todos los pis

(Con paradas en dos solanos)





LEYENDA PARA EL DIAGRAMA IV

1.- (2) 400 kg - 1,0 m/s

2.- (1) 400 kg - (1) 630 kg - 1,0 m/s

3.- (1) 400 kg - (1) 1000 kg - 1,2 m/s

4.- (1) 400 kg - (1) 1000 kg - 1,6 m/s

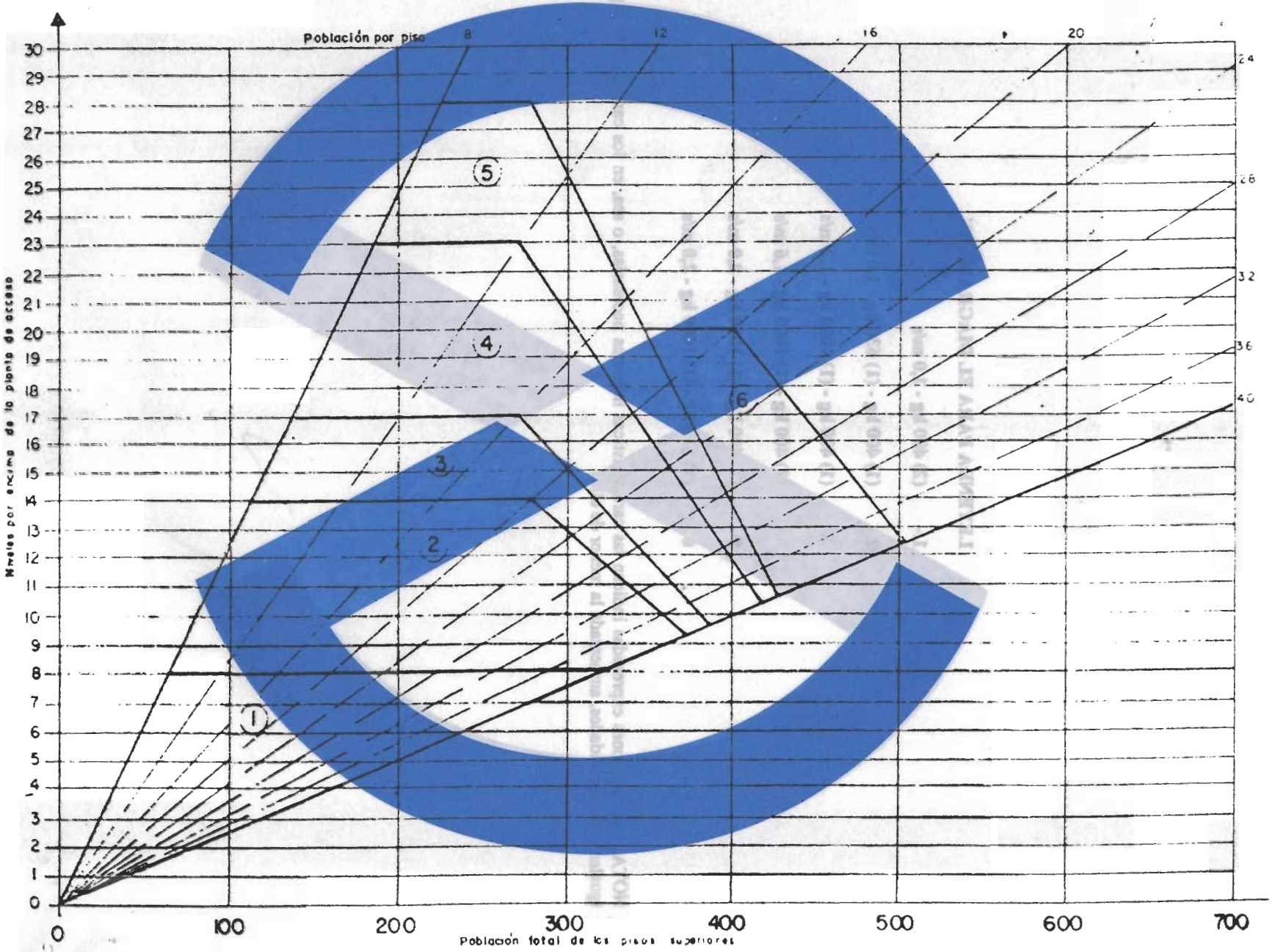
5.- (1) 400 kg - (1) 1000 kg - 2,0 m/s

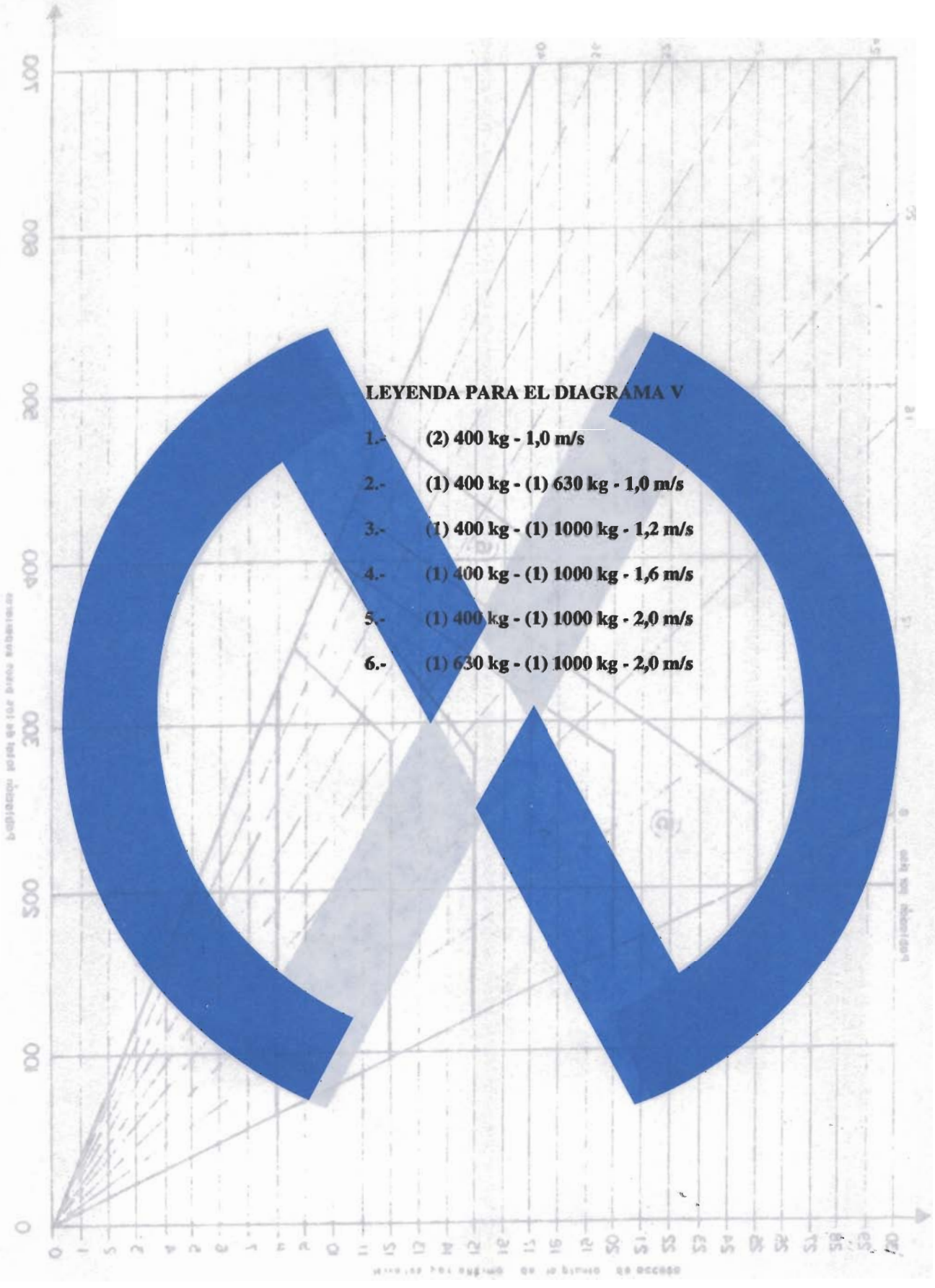
6.- (1) 630 kg - (1) 1000 kg - 2,0 m/s

NOTA: Las soluciones expresadas indican las características mínimas necesarias, o sea, en los campos 2 al 6 pueden igualarse las capacidades, aumentada la menor de ellas

DIAGRAMA IV Para la determinación de ascensores en edificios multifamiliares (Paradas alternadas)

(Sin paradas en los sotanos)





LEYENDA PARA EL DIAGRAMA V

1.- (2) 400 kg - 1,0 m/s

2.- (1) 400 kg - (1) 630 kg - 1,0 m/s

3.- (1) 400 kg - (1) 1000 kg - 1,2 m/s

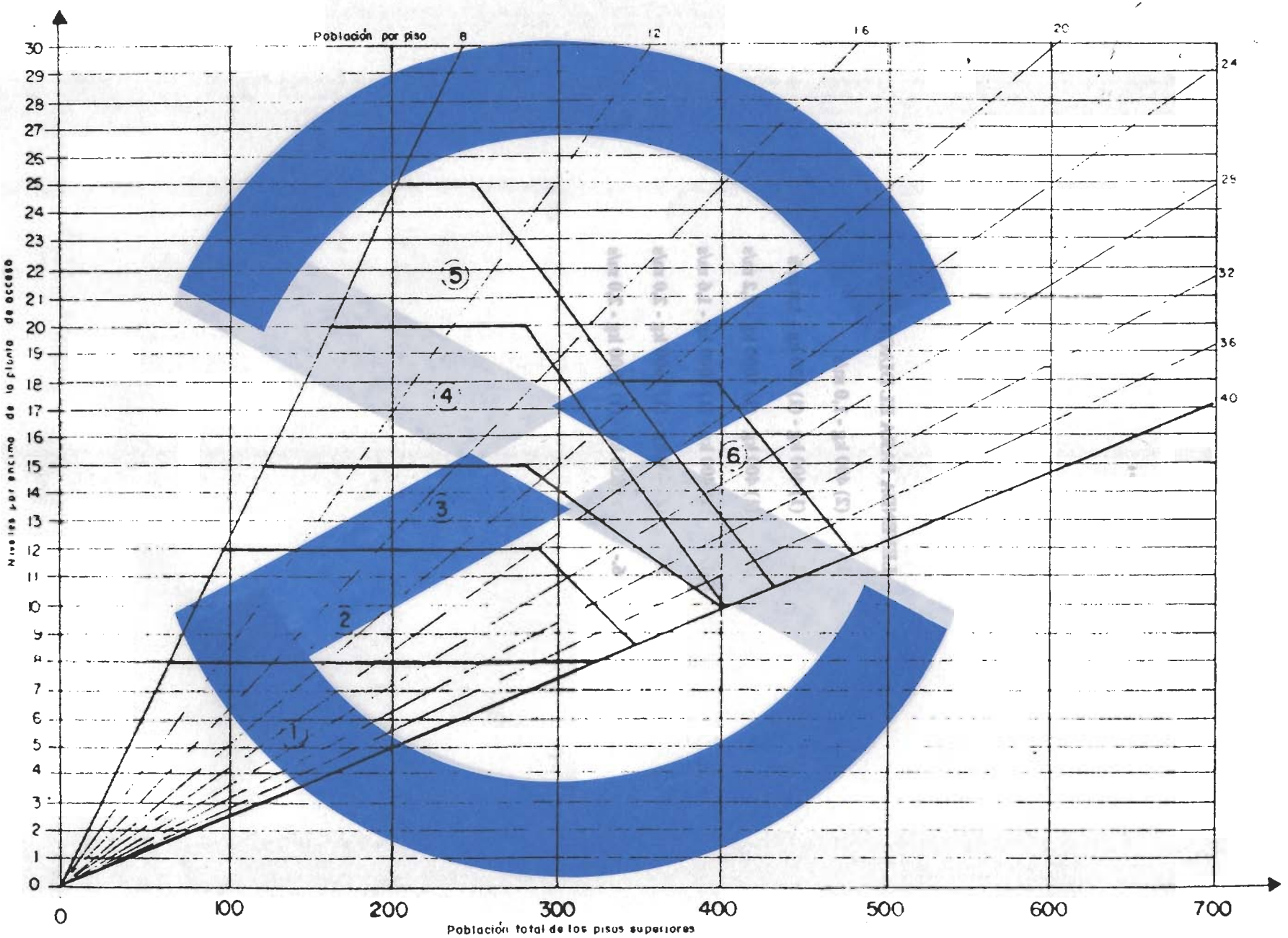
4.- (1) 400 kg - (1) 1000 kg - 1,6 m/s

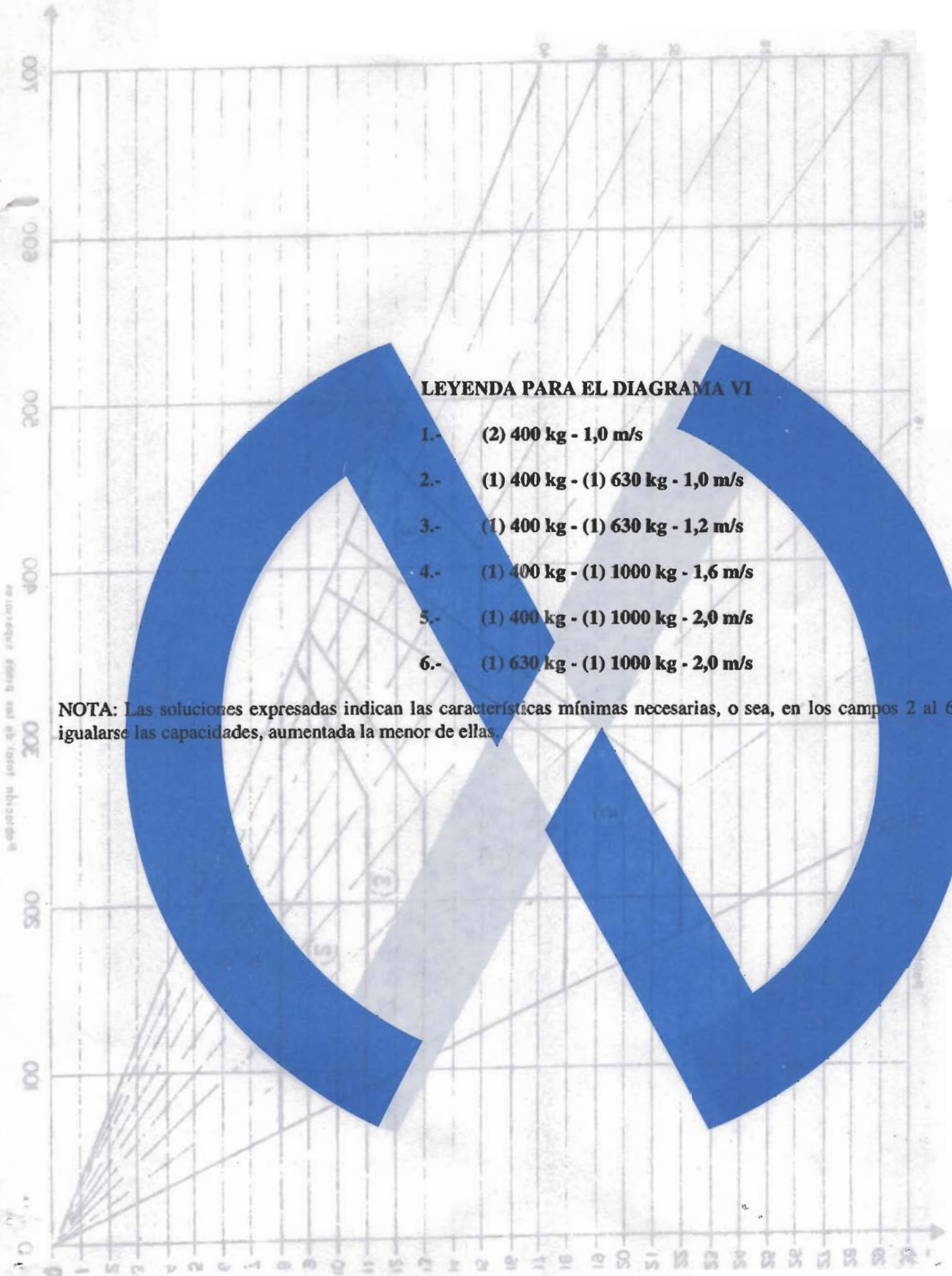
5.- (1) 400 kg - (1) 1000 kg - 2,0 m/s

6.- (1) 630 kg - (1) 1000 kg - 2,0 m/s

DIAGRAMA V Para la determinación de ascensores en edificios multifamiliares (Paradas alternadas)

(Con paradas en un sotano)





LEYENDA PARA EL DIAGRAMA VI

1.- **(2) 400 kg - 1,0 m/s**

2.- **(1) 400 kg - (1) 630 kg - 1,0 m/s**

3.- **(1) 400 kg - (1) 630 kg - 1,2 m/s**

4.- **(1) 400 kg - (1) 1000 kg - 1,6 m/s**

5.- **(1) 400 kg - (1) 1000 kg - 2,0 m/s**

6.- **(1) 630 kg - (1) 1000 kg - 2,0 m/s**

NOTA: Las soluciones expresadas indican las características mínimas necesarias, o sea, en los campos 2 al 6 pueden igualarse las capacidades, aumentada la menor de ellas.

DIAGRAMA VI Para la determinación de ascensores en edificios multifamiliares (Paradas Alternadas)

(Con paradas en dos sotanos)

