

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA
“RESIDENCIAL PRADO ALTO”**

**PLAN DE SEGURIDAD Y EVACUACION
EN CASO DE SISMO O SINIESTRO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

WILMER ADOLFO CALDERÓN CAMPOS

Lima- Perú

2008

INDICE

	<i>Pag.</i>
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS	4
LISTA DE FIGURAS	5
INTRODUCCIÓN	6
CAP I RESUMEN EJECUTIVO	9
1.1 Consideraciones Generales	9
1.2 Arquitectura	10
1.3 Estructuras	12
1.4 Instalaciones Eléctricas	13
1.5 Instalaciones Sanitarias	14
1.6 Evaluación Técnico-económica	15
CAP II FUNDAMENTO GENERAL	17
2.1 La Emergencia	17
2.2 Evacuación	17
2.3 Plan de Seguridad en Defensa Civil	17
2.4 Plan de Evacuación	18
2.5 Comité de Seguridad	18
2.6 Brigadas	19
2.7 Equipamiento Básico del Edificio	19
CAP III SISTEMAS DE DETECCION Y CONTROL	22
3.1 Detectores de Calor	22
3.2 Detectores de Humo	23
3.3 Sprinklers	24
3.4 Gabinetes contra Incendio	24
3.5 Válvula Siamesa	25
3.6 Extintores	26

CAP IV SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	27
4.1 Vías de Evacuación	27
4.2 Zonas Seguras	28
CAP V PLAN DE ACCION ANTE LA EMERGENCIA	30
5.1 Objetivos del plan	31
5.2 Criterios de Diseño	31
5.3 Detección y Evacuación	34
5.4 Llamadas de Emergencia y Neutralización de la Emergencia	35
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	

RESUMEN

Generalmente se espera tener una emergencia para recién pensar en lo que debemos hacer, actitud equivocada pues es responsabilidad de cada persona el comportarse apropiadamente frente a cualquier emergencia, habiendo adquirido habilidades para enfrentar una situación de peligro que pueda sobrevenir.

Entonces, este informe recopila información general de algunos equipos y herramientas necesarias para la detección, control y/o disipación de un incendio, y se propone además un plan de evacuación para los ocupantes del edificio en este mismo caso o ante emergencias de tipo natural como los sismos, considerando las normas y reglamentos que dictan los parámetros mínimos de diseño.

LISTA DE CUADROS

	Pag.
<i>Cuadro N° 1.1</i> Niveles de la Residencial Prado Alto por torre	11
<i>Cuadro N° 1.2</i> Fondos generados por el Proyecto	16
<i>Cuadro N° 5.1</i> Cantidad de habitantes por niveles	32
<i>Cuadro N° 5.2</i> Distancia crítica por niveles	33

LISTA DE FIGURAS

	Pag.	
<i>Figura N° 1.1</i>	Detalle de áreas del Conjunto Residencial	11
<i>Figura N° 1.2</i>	Niveles de cada edificación del Conjunto Residencial	12
<i>Figura N° 2.1</i>	Estructura típica de una brigada	19
<i>Figura N° 3.1</i>	Modelo de detector de calor	22
<i>Figura N° 3.2.a</i>	Detector de humo tipo fotoeléctrico	23
<i>Figura N° 3.2.b</i>	Detector de humo tipo iónico	24
<i>Figura N° 3.3</i>	Rociadores automáticos	24
<i>Figura N° 3.4</i>	Gabinete contra incendio	25
<i>Figura N° 3.5</i>	Ejemplo de válvula siamesa	25
<i>Figura N° 3.6</i>	Extintores portátiles	26
<i>Figura N° 4.1</i>	Ejemplo de croquis de evacuación	28

INTRODUCCION

En los últimos años se está desarrollando un importante crecimiento comercial en Lima norte y como una consecuencia se ha generado aumento en la demanda de viviendas en esta parte de la ciudad, por ello se optó por desarrollar el proyecto inmobiliario de vivienda "*Residencial Prado Alto*" en el distrito de Los Olivos, el cual cuenta con cuatro torres de edificios multifamiliares: *Tomás Valle, Beta, Catari 1 y Catari 2*.

El presente informe tiene por objetivo general el análisis de la seguridad contra incendio en edificaciones de vivienda y específicamente el de la *Torre Beta* del proyecto antes mencionado, desarrollando además sus planos de señalización y evacuación.

Es evidente que para proponer un plan de contingencia tiene que existir un problema y éste es que se ha vuelto cotidiano observar escenas de fatales consecuencias después de una emergencia. Aunque la mayor parte de las veces el motivo de la evacuación sea un incendio, también los sismos son otra de las causas; esto nos lleva a abordar la problemática de la evacuación de personas desde un punto de vista técnico y humano porque se debe tener presente que las vidas humanas son irrecuperables.

El elemento crítico en una evacuación es el tiempo, todo se decide en pocos minutos y es preciso considerar no sólo aspectos técnicos, sino también los del comportamiento humano que pueden retardar o hacer fracasar la evacuación. La aparición del pánico es otro elemento que contribuye de forma negativa a la evacuación desordenada, pues algunas personas tienen la sensación de estar acorraladas. Estas emociones quedan reforzadas cuando no hay un sistema de detección y control de incendios, la señalización de vías de evacuación es defectuosa, la iluminación es insuficiente o cuando existe bloqueo de las vías. Además, el riesgo de pánico puede ser potencialmente mayor en el caso de edificios altos como el de este caso.

Además, es nuestra responsabilidad el estar informado y tener conocimiento del plan de evacuación del edificio en el que vivimos y también el de nuestro centro de labores o estudio. El adiestramiento y los ejercicios de evacuación juegan un papel positivo en caso de emergencia ya que la existencia de experiencias previas entre las personas afectadas por un siniestro las induce a organizarse mejor. Asimismo, la presencia de un líder, responsable de la evacuación, tiene una influencia positiva sobre el desarrollo de la misma.

Aunque, realmente la evacuación no está dirigida a la lucha contra el fuego, sino a la preservación de la vida en caso de ser sorprendidos por el humo. El número de salidas, su ancho, la distancia desde el punto más desfavorable a una salida, los dispositivos de cierre, la formación del personal y el número máximo de personas en un local son factores fundamentales que inciden en las consecuencias de una emergencia.

Entonces, el plan de seguridad y evacuación debe contener un conjunto de acciones preparadas, en las que se establece cuándo, cómo, dónde, quién y qué ha de realizarse ante una situación de alarma, en relación a la gravedad que alcance la emergencia y a los medios que pueden disponerse. Es así que este informe se ha dividido en cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación:

En el *primer* capítulo se hace un resumen ejecutivo del proyecto inmobiliario original en su totalidad, tocando puntos importantes, desde el estudio de mercado y análisis de suelo del terreno sobre el que se emplaza el proyecto original, seguidamente se detalla el anteproyecto arquitectónico y el modelamiento realizado para el anteproyecto estructural; y finalmente se describe brevemente las instalaciones, tanto eléctricas como sanitarias.

En el *segundo* capítulo se homogenizan algunos conceptos mediante fundamentos teóricos generales de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país, como en *Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE* y guías del *Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI*, apoyándose además en reglamentos internacionales como el código de la *National Fire Protection Association – NFPA*.

En los capítulos *tres* y *cuatro* se describen los sistemas de seguridad con el que cuenta la *Torre Beta* del proyecto inmobiliario *Residencial Prado Alto*, es decir los sistemas de detección, control de incendio, extinción y señalización, haciendo paralelamente una definición de sus componentes.

Finalmente en el capítulo *cinco* se detallan las acciones del Plan de Evacuación para la torre en mención, mostrando los cálculos de tiempo obtenidos para la correcta evacuación de esta edificación.

CAP I RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto inmobiliario de vivienda “Residencial Prado Alto” se emplaza en el distrito de Los Olivos, urbanización El Trébol – III Etapa, empleándose para su desarrollo los conocimientos adquiridos en el curso de Titulación por Actualización de Conocimientos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. A continuación se resumen todas las etapas consideradas en el desarrollo de este Proyecto.

1.1 Consideraciones Generales

El terreno cuenta con áreas habilitadas en todas sus colindancias, teniendo los servicios de agua potable, alcantarillado, telecomunicaciones, alumbrado público y particular, así como las vías perimetrales asfaltadas. Además tiene fácil acceso pues se encuentra en la intersección de las avenidas Tomas Valle y Beta en el distrito de Los Olivos, muy próximo a importantes vías de la ciudad de Lima como son la Av. Túpac Amaru y la autopista Panamericana Norte por la zona este, y la Av. Universitaria por la zona oeste del distrito.

a) Estudio de mercado

El estudio de mercado nos indica las características de la vivienda que desea tener el cliente, nos refiere el tipo de cliente interesado en el producto y ayuda a determinar el precio conveniente para cada departamento a fin de competir inteligentemente en el mercado, o bien imponer un nuevo precio por alguna razón justificada.

b) Análisis del terreno

Para de verificar el perfil del suelo en el área de estudio se tomaron muestras y se ensayaron en laboratorio a fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, habiéndose realizado dos calicatas a cielo abierto.

Del ensayo de análisis granulométrico por tamizado, se tiene la siguiente proporción (*véase hoja de Anexo B*):

% Grava	:	67.7
% Arena	:	30.5
% Finos	:	1.8

Del resultado de la granulometría se tiene que el suelo es de tipo "Gravoso" con una importante matriz de arena; además como el porcentaje de finos es menor al 5% del peso total y considerando el sistema *SUCS* para la clasificación de suelos, podemos decir con seguridad que el material de nuestro terreno es de tipo *GP* (grava pobremente graduada).

1.2 Arquitectura

El proyecto contempla cuatro torres: Tomas Valle, Beta, Catari A y Catari B, en total se tienen:

- 97 departamentos, con área techada neta mayor a $90 m^2$, contando en su distribución con sala-comedor, terraza, cocina, área de servicio con baño, baño principal, estudio, dormitorio doble y dormitorio principal con baño.
- 16 tiendas con servicios incluidos para uso comercial ubicados en el primer nivel de la torre de la Av. Tomás Valle.
- 10 depósitos en el sótano.
- 46 estacionamientos en el sótano, más 04 de visita a nivel de la calle y 17 en la zona de parqueo comercial.
- Sala de Usos Múltiples (SUM) para realizar reunión de propietarios, cumpleaños, entre otros.
- Amplia área verde interior.

El área de terreno es $2,716 m^2$ y su perímetro es $214,39 ml$, teniendo los siguientes linderos:

- Frente: Av. Tomas Valle en línea recta que mide 47.82 ml.
- Derecha: Av. Beta en línea ligeramente curva que mide 61.48 ml.
- Izquierda: Propiedad de terceros, en línea recta de 52.69 ml.
- Fondo: Jr. Tomás Catarí en línea recta de 52.40 ml.

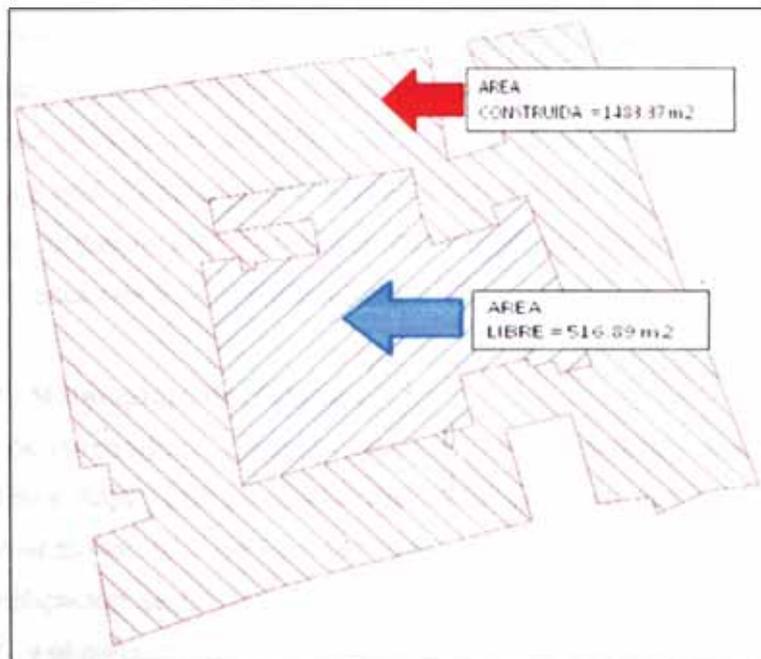
El ingreso peatonal principal se hace por la Av. Beta, el ingreso vehicular hacia el estacionamiento por la calle Catari y hacia la zona comercial por Av. Tomás Valle.

Cuadro 1.1 Niveles del proyecto por torres

Descripción	RESIDENCIAL PRADO ALTO			
	Torre Tomas Valle	Torre Beta	Torre Catari A	Torre Catari B
Nº niveles	12	10	5	5
Nº Dptos	44	29	14	10
Ascensor	Si	Si	No	No

Exteriormente el edificio presenta con una volumétrica sencilla y singular; en donde se muestra con elegancia el sistema estructural.

Figura 1.1 Detalle de las áreas del Conjunto Residencial



* Para mejor orientación ver Planos en Anexo C

En cuanto a altura, este proyecto se ajusta a parámetros urbanísticos vigentes (véase hoja de Anexo A), teniéndose como tal la siguiente representación:

Figura 1.2 Niveles de cada Edificación del Conjunto Residencial



* Para mejor orientación ver Planos en Anexo C

1.3 Estructuras

La estructura está compuesta por pórticos y muros de corte de concreto haciendo de éste un sistema dual para el diseño estructural. Todas las torres del edificio están conformadas por muros de 20 y 25 cm., el sistema de techo consiste en losas aligeradas de 25 cm. de espesor, y las vigas son de secciones 25x70 y 25x40 cm.

Modelo Matemático del Edificio

Se ha desarrollado un modelo matemático representativo que corresponde a la "Torre Beta". Las cargas consideradas han sido las estipuladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones – *R.N.E.* Además, en el análisis de esta edificación se ha considerado la resistencia del concreto (f_c) en 280 kg/cm^2 , y el esfuerzo de fluencia (f_y) del acero en $4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Las masas consideradas en este análisis responden a lo especificado en la norma de Diseño Sismorresistente E-030 y la norma de Cargas E-020 del *R.N.E.* Se incluyeron las masas de las losas, vigas, columnas, tabiquería, acabados de piso y techo, y 25% de la sobrecarga o carga viva en la losa

de todos los pisos y en la azotea. La masa total asociada a los niveles de piso resultó ser de $332.90 t\cdot s^2/m$ para el Edificio "Torre Beta".

El edificio tiene excentricidades menores al 5 % en la dirección X, y un poco mayores a ese valor en la dirección Y, lo que es estipulado en la norma sísmica como *irregularidad accidental*.

1.4 Instalaciones Eléctricas

Comprende la ejecución de los diversos componentes eléctricos desde el sótano hasta la azotea de la edificación y la gestión ante EDELNOR S.A.A. para solicitar la factibilidad del servicio. Para el diseño de las instalaciones eléctricas se ha trabajado con la Torre Beta; los cálculos realizados comprenden:

- Alimentadores eléctricos de cada uno de los tableros de distribución de los departamentos y el tablero de servicios generales.
- Salidas de alumbrado y tomacorrientes.
- Salidas de los sistemas de comunicaciones (teléfonos externos, televisión por cable, teléfono portero, etc.).
- Salidas para las bombas de agua potable y sus respectivos controles de nivel.
- Banco de medidores.
- Montantes proyectadas.
- Pozos de tierra de protección; así como la conexión con el banco de medidores del Edificio Multifamiliar.

Se ha previsto que el Contratista deberá de solicitar a EDELNOR S.A.A. un presupuesto por la dotación de los siguientes suministros:

- 29 suministros trifásicos con una carga a contratar de $12 Kw$ a la tensión de $220 V$, y $60 Hz$.
- 01 suministro trifásico con una carga a contratar de $30 Kw$ para las cargas de servicios generales (TSG).

- 01 suministro trifásico con una carga a contratar de 22 Kw para las cargas de Bombas Contra Incendio generales (STBCI).

Desde cada uno de los tableros de distribución proyectados, se ha previsto la instalación de los diferentes circuitos derivados de alumbrado, tomacorrientes, etc., los cuales estarán constituidos por tuberías de plástico pesado, alambres del tipo TW y accesorios diversos y se instalarán en forma empotrada en los techos, paredes y pisos del edificio.

Se ha considerado el cálculo de sistemas de puesta a tierra para cada banco de medidores, el cual tendrá la finalidad de servir como medio de protección de las posibles corrientes de falla que se tengan en el edificio. También se ha considerado un sistema de electroductos constituidos por tuberías de plástico, cajas de fierro galvanizado, etc., los cuales tendrán la finalidad de facilitar el tendido de los cables telefónicos a cada uno de los departamentos.

1.5 Instalaciones Sanitarias

Debido a la altura del Conjunto Residencial Prado Alto el suministro de agua será por medio del sistema indirecto, es decir no directamente de la presión de la red pública. Este sistema permite el almacenamiento de agua a presiones más constantes. Para este propósito se hizo necesario el cálculo de los volúmenes correspondientes a cisternas y tanques elevados. Según el *R.N.E.*, el volumen de las cisternas de almacenamiento de agua se determina tomando el 75% del volumen de dotación del consumo diario, señalando que se ha adicionado un volumen de 25 m³ para el sistema de agua contra incendios en las cisternas de las torres Tomas Valle y Beta por tener alturas mayores a los 15 m. Asimismo el Reglamento define el volumen de los tanques elevados como un tercio de la dotación del consumo diario, siendo el volumen mínimo 1 m³. La ubicación de los tanques elevados será sobre las cajas de las escaleras las cuales estarán alejadas de la fachada es decir en la cara interior del conjunto residencial.

Para satisfacer la necesidad del uso de agua caliente se proyectan calentadores en cada departamento, siendo la dotación de agua caliente para el número de dormitorios por vivienda, según el R.N.E, 390 litros/día. La capacidad de almacenamiento del tanque será un quinto de la dotación diaria, por lo tanto para nuestro proyecto será aproximadamente 80 litros.

Descarga al colector público y Red de ventilación

En el desarrollo del diseño de las redes generales del Conjunto Residencial y las cotas (niveles) de las curvas de nivel del terreno se ha previsto la instalación de tres conexiones domiciliarias cada uno de 6" de diámetro con descarga al colector público ubicado en las redes de la Avenida Tomas Valle. En todo el proyecto de instalaciones sanitarias se instalara además una red de ventilación en todos los aparatos sanitarios con salida en los puntos más altos de la Torre, los cálculos del diámetro de las redes de ventilación está en relación a las unidades de servicios.

Sistema Contra Incendio

El proyecto Prado Alto considera un sistema hidráulico de prevención de agua contra incendio cuyo volumen de almacenamiento está incluido en las cisternas de agua de las Torre Tomas Valle y Beta, además equipos de bombeo, gabinetes contra incendio en cada nivel y empalmes al exterior mediante siamesas.

1.6 Evaluación Técnica - Económica

Se procede a efectuar un análisis de rentabilidad del proyecto de inversión para el Proyecto Inmobiliario de Vivienda – Residencial Prado Alto. Se entiende como rentable aquella inversión en la que el valor de los rendimientos que proporciona es superior al de los recursos que utiliza. Para determinar la rentabilidad de esta inversión, se emplean indicadores de rentabilidad tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) o el periodo de retomo.

El VAN surge de sumar los flujos de fondos que tienen lugar durante el horizonte de la inversión incluyendo el desembolso inicial actualizados

según una tasa de interés determinada. De este modo se mide la riqueza que aporta el proyecto medida en moneda del momento inicial. Cuanto mayor es el VAN más rentable es el proyecto y se medirá en términos monetarios. La regla de decisión es:

VAN>0 implica proyecto rentable

VAN<0 proyecto no rentable,

La TIR es la tasa de interés tal que para un proyecto de inversión determinado hace su VAN sea nulo. La regla de decisión es aceptar como rentables los proyectos con $TIR > i$, siendo "i" la tasa de interés previamente definida. El periodo de retorno es el tiempo que tarda en conseguirse que la suma de movimientos de fondos actualizados sea nula.

El proyecto inmobiliario proyectado tiene un costo de 100.00 dólares por metro cuadrado, pero por encontrarse en esquina y frente a una avenida principal su costo se incrementa en 20%, resultando el costo final por metro cuadrado en 120.00 dólares. Por lo tanto el monto total de inversión es: S/. 5'944,125.07.

Para el cálculo del VAN se han considerado los siguientes parámetros:

- Horizonte de la inversión: 7 meses (tiempo de ejecución de la obra)
- Tasa de interés o costo del capital: se estima en un 6.0% mensual.
- En la obtención de los distintos flujos de fondos se han considerado los siguientes conceptos:
- Fondos generados: Es el resultado neto de la suma de ingresos totales menos la suma de costes totales. En este caso los fondos generados se obtienen de:

Cuadro 1.2: Fondos Generados por el Proyecto

DESCRIPCION	Cantidad Torre Beta	Precio en Dólares	Precio en Soles	TOTAL (S/.)
Departamentos	29	65,000.00	203,450.00	5,900,050.00
Estacionamientos	15	4,000.00	12,520.00	187,800.00
Depósitos	5	3,000.00	9,390.00	46,950.00
Ingreso Total				6,134,800.00

CAP II FUNDAMENTO GENERAL

Muchas veces nos hemos encontrado frente a un sismo o incendio, y por factores psicológicos que desconocemos se suele proceder de manera apresurada y a veces obviando muchos procedimientos que se practicaron en algún curso de prevención o simulacro dado la escuela o centro de trabajo, por ello en este capítulo se homogenizarán algunos conceptos y se darán pautas, a fin de aplicar de la mejor manera un plan de seguridad.

2.1 La Emergencia

Es la combinación imprevista de circunstancias que pueden resultar en peligro para la vida humana o daño a la propiedad, pudiendo obligar eventualmente a evacuar parcial o totalmente el edificio. Las emergencias pueden ser, según el origen, de tres tipos:

- *Natural*: movimientos sísmicos, lluvias y/o vientos.
- *Social*: conflictos familiares, artefactos explosivos, asaltos.
- *Técnico*: fugas de agua, escape de gas, incendio.

2.2 Evacuación

Evacuación viene a ser la acción de desocupar ordenadamente un lugar para protección de la vida de las personas. En el caso de un edificio, los ocupantes se desplazarán cuando exista una emergencia, de tal modo que se trasladarán a otro lugar, evitando así cualquier daño inminente.

2.3 Plan de seguridad en defensa civil

Hoy conocido como plan de contingencia, es aquel documento que contiene procedimientos específicos preestablecidos de coordinación, alerta, movilización y respuesta ante la ocurrencia o inminencia de un evento particular, para mantener protegida una instalación y evitar o disminuir los efectos adversos que producen las emergencias. En otras palabras, define con un nivel de detalle las medidas que deben tomarse antes, durante y después de la emergencia, dando cumplimiento a la exigencia establecida en la Ley N° 28551, ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia.

2.4 Plan de evacuación

Parte integrante del plan de contingencia. Se define como plan de evacuación a la organización y los procedimientos tendientes a que las personas amenazadas por una emergencia protejan su vida e integridad física, mediante su desplazamiento a lugares de menor riesgo de manera rápida y segura. Este documento es más operativo con el fin de planificar la organización del personal con los medios de protección con que se cuenta. El plan de evacuación es "único", no importa de que emergencia se está huyendo, el proceso de evacuación debe ser siempre el mismo.

2.5 Comité de seguridad

Es el organismo responsable del Plan, teniendo como funciones básicas; programar, dirigir, ejecutar y evaluar el desarrollo del plan, organizando asimismo las brigadas. Está constituido por la comisión administrativa, el jefe de emergencia y los líderes de piso. Las funciones que tiene cada uno son:

Jefe administrativo:

- Otorgar equipos apropiados para el correcto funcionamiento del plan de seguridad.
- Contactar a las autoridades locales.
- Mantener actualizado y aprobado el plan.

Jefe de Emergencia:

- Supervisar y ejecutar los procedimientos establecidos en el plan de seguridad.
- Organizar simulacros junto al comité de administración.
- Entrenar al resto del personal y a los ocupantes del edificio.
- Revisar periódicamente las instalaciones.
- Conocer el funcionamiento de los equipos contra incendio y las instalaciones del edificio.

Líderes de pisos:

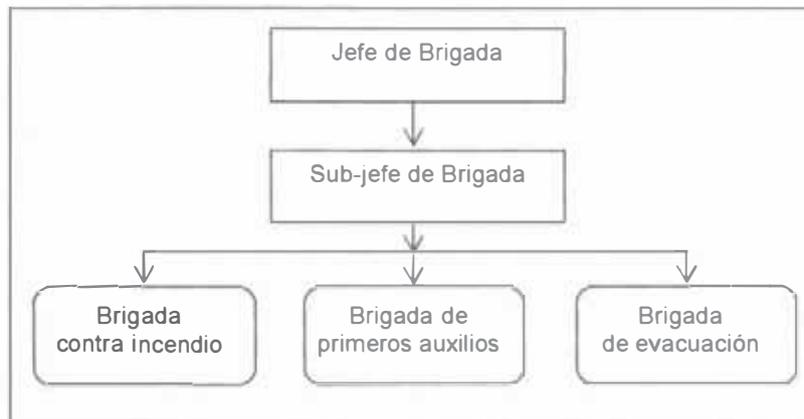
- Conocer el funcionamiento y operación de los equipos contra incendio.
- Colaborar en el entrenamiento de las personas en su piso.

- Dirigir la evacuación de su piso hacia el punto de reunión y zona de seguridad.
- Participar en reuniones de coordinación.

2.6 Brigadas

Las brigadas son grupos especializados en diversas tareas de prevención, preparación y respuesta frente a una emergencia. Constituyen el equipo responsable de la planificación, ejecución y evaluación de las actividades de prevención y preparación; por lo tanto forman parte de la organización de emergencia del edificio, encabezada cada brigada por un jefe.

Fig. 2.1: Estructura típica de una brigada



2.7 Equipamiento Básico del Edificio

Son los elementos y equipos necesarios para detectar y combatir emergencias, y comprende:

a) **Sistemas de detección y alarma**

Todo edificio contará con detectores de humo y bocinas de alarma en cada piso, ubicándose en los pasillos de distribución. Los detectores son dispositivos que al activarse por el humo, envían una señal al panel de alarmas o central de incendios que se encuentra en recepción, indicando el piso afectado. Al mismo tiempo se activa una alarma en todo el edificio, la cual permite alertar sobre la ocurrencia de un incendio. En ese instante, se debe proceder a verificar cuál es el piso de donde proviene la alarma, tomar contacto con algún líder de piso o enviar a algún personal de

servicio para que verifiquen lo sucedido; mientras se realiza esta acción debe apagarse la alarma, y se activará en forma indefinida sólo cuando se confirme la emergencia.

b) Vías de Evacuación

Respecto a la zona vertical de seguridad, es necesario identificar el acceso a la caja de escaleras y el interior de la misma. Se aconseja que la señalización se instale en forma perpendicular al sentido de la evacuación para facilitar la ubicación de los puntos de salida. Para la evacuación, los ocupantes se dirigirán por el pasillo hasta la caja de escaleras, por donde bajarán hasta el primer piso, tomados del pasamano para evitar accidentes por caídas, tratando de hacerlo ordenadamente; además, siempre debe ser en dirección al punto de reunión, que corresponde a una zona segura externa, donde se agrupará la comunidad una vez que hayan salido de la caja de escaleras.

c) Equipos de extinción

Pueden usarse extintores portátiles, como el de polvo químico seco PQS pues puede combatir con:

- *Fuegos Clase A*, corresponden a fuegos que involucran maderas, papel, cortinas y algunos plásticos. Este fuego se caracteriza por dejar residuos carbónicos.
- *Fuegos Clase B*, son producidos por líquidos y gases inflamables derivados del petróleo, solventes, bencinas, aceites, grasas y pinturas, que se caracterizan por no dejar residuos.
- *Fuegos Clase C*, son aquellos que comprometen equipos o materiales energizados (tensión eléctrica).

d) Sistema de agua contra incendio

Se puede controlar fuego mediante la red húmeda que es un sistema diseñado para combatir principios de incendios y/o fuegos incipientes, por parte de los usuarios o personal de servicio. Este sistema se encuentra en un gabinete en cada piso, está conformado por una manguera conectada a la red de agua potable del edificio y que se activa cuando se abre la llave

de paso. En su extremo cuenta con una válvula que permite entregar un chorro directo o en forma de neblina según sea el modelo.

Sin embargo, si se quiere facilitar la comunicación con los líderes de piso y con ello el orden de evacuación, se debería contar con un sistema de audio-evacuación cuya característica principal es entregar información precisa y oportuna desde la guardianía, distribuido vía parlantes en las áreas comunes.

Además, cuando se producen cortes de energía en el sector o cuando hay una falla particular en el edificio, resulta muy efectivo mantener la mayor cantidad de sistemas conectados a un grupo electrógeno a fin de no interferir con la continuidad de las labores que se realizan en la residencial, ni causar molestias o interferir en las actividades de los ocupantes. Pero en caso de una emergencia por incendio o sismo, es fundamental descolgar el funcionamiento de los ascensores del grupo electrógeno para evitar que sean utilizados como medios de evacuación.

Es recomendable memorizar la ubicación de estos equipos y conocer la forma de operación a través de las instrucciones de uso.

CAP III SISTEMAS DE DETECCIÓN Y DE CONTROL

Las necesidades específicas para la protección contra incendios que deberían incorporarse en el diseño de edificios significan seguridad para las personas, protección de sus bienes y continuidad en las actividades diarias. La protección completa del edificio, es decir de los ocupantes y sus bienes, no se restringe al momento de la emergencia, por lo cual no es exclusiva responsabilidad de los bomberos. El diseño de un edificio incluye sistemas de protección pasiva y activa como detectores de calor y humo, redes hidráulicas, rociadores y extintores, asimismo sistemas de alerta.

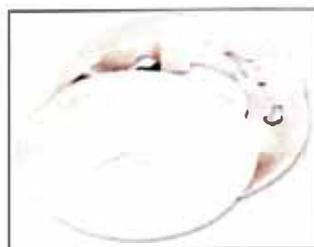
Los sistemas de detección son elementos sensibles que dan la alarma en caso de emergencias; dependiendo del agente al que deben ser sensibles, existe en el mercado una variedad de detectores, que incluye:

3.1 Detectores de calor

Los detectores de calor o temperatura son dispositivos que responden a la energía calorífica transportada por convección. La respuesta se produce cuando este elemento alcanza una temperatura predeterminada o cuando registra una velocidad específica de cambio de temperatura.

Para el caso del proyecto de estudio, específicamente para la Torre Beta, se han considerado detectores de humo en cada uno de los ambientes de cocina de los 29 departamentos de esta torre.

Fig. 3.1 Modelo de Detector de calor



Estos detectores serán diseñados para sentir la corriente de aire caliente producida por el fuego y tendrán un voltaje de entrada de 24 VDC, activándose cuando la temperatura en el ambiente supera los 50°C o cuando incrementa en al menos 15°C por minuto.

3.2 Detectores de humo

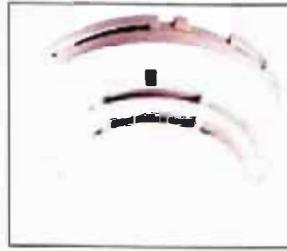
Estos dispositivos tienen una respuesta de alerta frente al humo de acuerdo a la energía producida por la combustión, enviando una señal a la central de alarma contra incendio que permitirá alertar a los ocupantes de la ocurrencia de un incendio. Según el tipo de funcionamiento, los más comunes son activados por fotoelectricidad o por ionización. La diferencia entre estos está en que los primeros responden con rapidez al humo generado por fuegos de baja energía ya que generalmente se producen partículas de mayor tamaño; mientras que los segundos tienen una respuesta más rápida a fuegos de alta energía, donde se producen elevadas cantidades de partículas de menor tamaño, usualmente mucho antes que la llama aparezca.

Fig. 3.2.a Detector de humo, tipo fotoeléctrico



Entonces teniendo en cuenta esto, se ha considerado en el proyecto los detectores de humo tipo iónico en las zonas comunes, especialmente en los corredores, porque detectan fuego en su etapa más incipiente.

Fig. 3.2.b Detector de humo, tipo iónico



Tienen las siguientes características técnicas:

Tensión de operación	24 VDC
Corriente de reposo	menos de 200 uA
Corriente de alarma	menos de 215 uA
Tiempo de respuesta	aprox. 30 seg.

3.3 Sprinklers

Son sistemas fijos de extinción y se conocen como rociadores automáticos. Están sometidas a constantes presión de agua y que al activarse ponen en servicio la bomba contra incendio.

Fig. 3.3 Rociadores automáticos

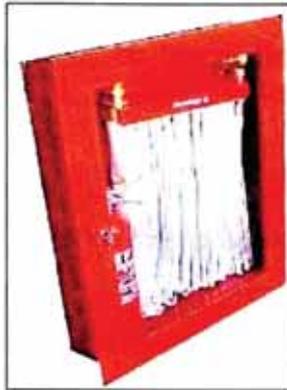


3.4 Gabinetes contra incendio

Son cubículos especiales que albergan mangueras de material y longitud apropiada, un pitón y una válvula angular para controlar los conatos de incendio mediante chorros de agua que vienen desde la cisterna a través de las montantes de agua contra incendio, impulsadas por una bomba

especial y apoyada por una bomba jockey que asegura el mantenimiento de la red presurizada.

Fig. 3.4 Gabinete contra incendio

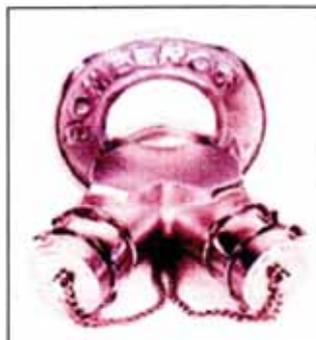


Para el proyecto se han considerado mangueras de chaqueta simple de 15m. de longitud y 1½" de diámetro.

3.5 Válvula siamesa

Esta válvula se instala en las fachadas de los edificios para el acoplamiento e inyección de agua desde las autobombas de los bomberos a las montantes de los sistemas de distribución de agua al interior de la edificación, canalizando el volumen hacia las válvulas angulares de los gabinetes contra incendio y son de uso exclusivo de los bomberos.

Fig. 3.5 Ejemplo de válvula siamesa



3.6 Extintores

Son equipos de complemento a las instalaciones fijas de protección. Constituyen la primera línea de defensa ya que impiden la extensión de los conatos de incendio, sofocándolos sin dificultad. Sin embargo, para garantizar la efectividad de estos equipos se debe determinar la ubicación correcta, verificar las condiciones de funcionamiento y estar apto para su uso.

Fig. 3.6 Tamaños de extintores portátiles



Existiendo en el mercado, diversidad de tipos y tamaños, se ha considerado para el proyecto en estudio, usar extintores de tipo PQS (Polvo Químico Seco) de 12Kg, ubicados frente a las salida de las cajas de escalera, es decir se tendría dos extintores en cada nivel.

Para la identificación de cada uno de los dispositivos mencionados se pueden observar los Plano de Señalización y Evacuación S.Ev-01,02 y 03 en el Anexo C del presente informe.

CAP IV SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

El diseño de un edificio además de considerar de sistemas de alerta como los descritos en el capítulo anterior, debe incluir vías de evacuación y zonas de refugio que puedan emplear los ocupantes hasta que logren escapar o que se extinga el fuego. Por eso es importante proyectar vías de evacuación y señalizarlas correctamente.

4.1 Vías de Evacuación

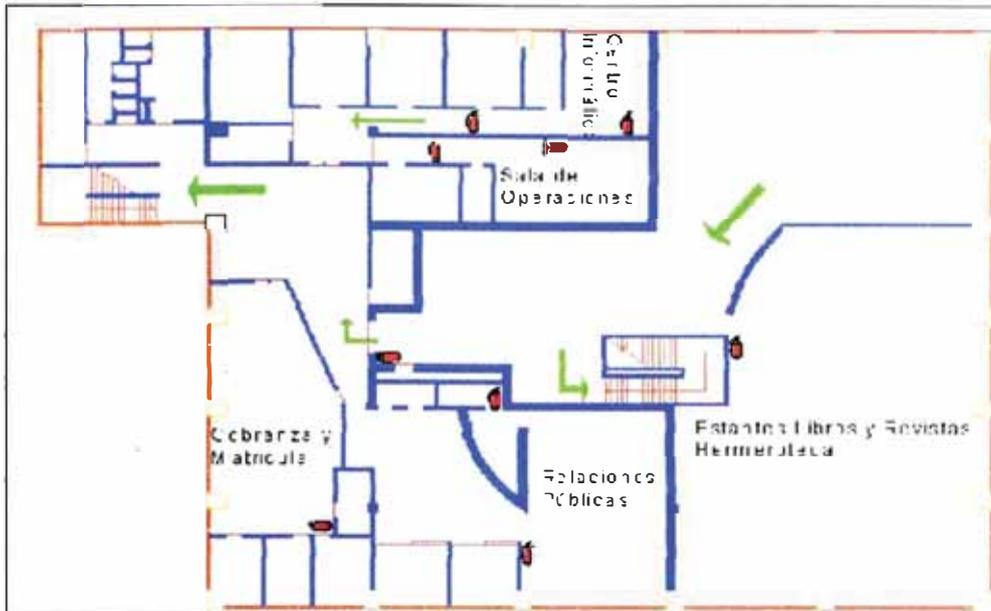
Las vías de evacuación son rutas continuas que canalizan el flujo de los ocupantes de forma segura hacia la vía pública, o a una zona segura, desde cualquier punto habitable de una edificación. Para la proyección de las vías de evacuación se requiere estar familiarizado con la respuesta de las personas ante las emergencias, pudiendo variar éstas dependiendo de las capacidades físicas y emocionales de los ocupantes del edificio.

Los incendios en edificios altos presentan dificultades por los problemas de acceso y muchas veces por el efecto chimenea a través de los ductos. Es así que durante los incendios, los ascensores constituyen un riesgo potencial, por ello, las únicas vías de evacuación vertical deben ser las escaleras de emergencia. Estas escaleras están debidamente protegidas por muros a prueba de fuego y humo, además deben contar con puertas de cierre automático hermético y una resistencia al fuego, mínima de dos horas; nota importante es considerar la apertura de las puertas de la escalera en el sentido de la evacuación. Además la escalera tiene un ambiente previo conocido como vestíbulo, el cual es ventilado naturalmente permitiendo la eliminación de humo y gases calientes hacia el exterior, logrando así evitar que éstos se propaguen a la caja de escalera de evacuación.

Una alternativa interesante para algunos proyectistas es considerar escaleras presurizadas ya que controlan la propagación de humo al ejercer sobre éste presión positiva mediante ventiladores mecánicos. En este caso

se diseñó la escalera de evacuación convencional con vestíbulo previo ventilado, como podrá visualizarse en los planos de arquitectura y evacuación anexados al final del presente informe, y de acuerdo al Art. 26 de la Norma A.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Fig. 4.1 Ejemplo de Croquis de Evacuación



Las de evacuación horizontal para el caso de la Torre Beta están conformadas por los corredores de acceso de los departamento en cada nivel hacia las cajas de escalera, ubicadas en ambos extremos de esta edificación, constituyendo entonces estas escaleras las vías de evacuación vertical.

4.2 Zonas Seguras

Una zona o área segura es el lugar de refugio temporal en un edificio, construida de tal forma que ofrezca un grado alto de seguridad contra los efectos del fuego, el humo y gases, para luego poder realizar una evacuación masiva y rápida del inmueble. La evacuación siempre debe ser en dirección al punto de reunión en el primer nivel, que corresponde a una zona segura donde se agrupan a las personas una vez que hayan salido de la caja de escaleras, generalmente en el hall principal de ingreso.

Considerando los ítems descritos, se dotará a todo el edificio de las señalizaciones necesarias exigidas en el Art. 39 de la Norma A.130 del RNE. Además, es aconsejable que la señalización se instale en forma perpendicular al sentido de la evacuación, para facilitar la ubicación de los puntos de salida y la verificación del estado de las luces de emergencia con alimentación de respaldo.

Las señalizaciones y flujos de evacuación están debidamente indicados en los planos de S.Ev-01, S.Ev-02 y S.Ev-03 adjuntos al presente informe en la parte de Anexos.

CAP V PLAN DE ACCION ANTE LA EMERGENCIA

Esta sección resume el sistema de seguridad y plan de evacuación de la *Torre Beta* del proyecto inmobiliario de vivienda “Residencial Prado Alto”, del distrito de Los Olivos, siendo propiedad de la empresa Peruana de Gas Natural.

Para todo el planteamiento de este plan se han considerado las siguientes normas legales:

1. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma A.010 – Condiciones generales de Diseño.
2. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma A.020 – Vivienda.
3. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma A.130 – Requisitos de Seguridad.
4. Normas INDECOPI 399.009, 399.010 y 399.012 – Señales de Evacuación.

El proyecto presentado para la Torre Beta consiste de un edificio de 10 niveles, parqueo vehicular y cisterna de agua para consumo e incendio en el sótano, y tanque elevado sobre la caja de escaleras del extremo izquierdo. En total se tienen 29 departamentos de dos dormitorios cada uno, y 19 estacionamientos. Además el edificio contará con las siguientes características:

- Muros tarrajeados y pintados, siendo la estructura del tipo dual con pórticos y placas de concreto armado, mientras que los techos serán del tipo aligerado.
- Como la edificación es mayor de 5 niveles, se contará con escaleras de evacuación, las mismas que tendrán una resistencia al fuego no menor a dos horas en todos los niveles y la puerta será cortafuego de cierre automático.

5.1 Objetivos del plan

Se establece este plan teniendo como objetivos los siguientes:

- Planificar, organizar y coordinar las actuaciones que deben llevarse a cabo en caso de una emergencia y designar a los responsables que deberán realizarlas.
- Informar sobre estas actuaciones a los ocupantes del edificio, sean habituales o visitantes.
- Programar actuaciones de prevención destinadas a evitar situaciones de emergencia.
- Programar actividades formativas y simulacros dirigidos a los responsables del Plan y a los ocupantes del edificio.
- Disponer de un procedimiento de actualización permanente del Plan.

5.2 Criterios de Diseño

Las rutas de evacuación deberán encontrarse libres de obstrucciones y su diseño en ancho de corredores, ancho de escaleras y ancho de puertas responden a las exigencias de establecidas en la norma A.130 del RNE. Así mismo se deberá tener en cuenta en el diseño de las rutas de evacuación que éstas deberán permitir la fácil maniobra de los evacuantes.

El análisis de la edificación se basa en los siguientes criterios:

a) Tipo de ocupación y clasificación de riesgo

Dado que el proyecto es destinado exclusivamente al uso de vivienda, la ocupación es de tipo residencial. Entonces se puede clasificar al edificio como de BAJO RIESGO, según la *Norma NFPA N° 101* (capítulo 4), mientras exista un buen funcionamiento de los sistemas de seguridad, se le dé buen mantenimiento y haya respuesta inmediata de las brigadas o comités de seguridad hasta la llegada del apoyo por parte del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Perú.

b) Estimación de carga de ocupantes

La estimación de la cantidad de ocupantes se hace de acuerdo al Art. 5 de la Norma A.020, donde se expresa textualmente que para viviendas de dos dormitorios el número de habitantes será tres. Entonces, se tiene los siguientes cuadros:

Cuadro 5.1 Cantidad de habitantes por niveles

NIVEL	cantidad máx. de personas por cada nivel (N)
Semisótano *	30
Primer piso	6
Piso típico 2° al 10° (09 personas por piso)	81
Total en el edificio	117

* El R.N.E no exige considerar cantidad de evacuantes para el sótano.

c) Distancias de recorrido y tiempos de evacuación

Se considera que la distancia de recorrido desde el punto más alejado en cada nivel será menor a 45 ml, según los Art. 26 y 27 de la Norma A.130 del R.N.E, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Para recorridos horizontales la velocidad de evacuación por cada módulo de 60 cm se asume en 1m/s.
- Para recorridos verticales la velocidad por cada módulo de 60 cm se asume 0.50 m/s en caso de ascenso y 0.75 m/s para descender desde los niveles superiores.

El siguiente cuadro resume las distancias y tiempos de desplazamiento:

Cuadro 5.2 Distancias críticas por niveles

Rutas críticas	Máximo recorrido horizontal	Tiempo desplazam. horizontal	Máximo recorrido vertical	Tiempo desplazam. vertical	Tiempo desplazam. T_d
Semisótano	12.00 ml.	12 seg	12.25 ml.	25 seg	37 seg.
Primer piso	31.00 ml.	31 seg	—	—	31 seg.
Piso típico	4.60 ml.	5 seg.	83.25 ml	111 seg	116 seg.

Pero adicionalmente, hay que considerar el tiempo de salida para lo cual se considera la fórmula:

$$T_s = \frac{N}{r \times u}$$

donde:

T_s : tiempo de salida en segundos.

N : número de personas que se encuentran en una planta determinada.

(Ver Cuadro 5.1)

r : número de personas que pasan por una puerta en 1 seg.

u : número de puertas

En los 9 niveles típicos: $N = 9$, $r = 1$ y $u = 3$, entonces $T_s = 3$ seg.

En el primer nivel: $N = 6$, $r = 1$ y $u = 1$, entonces $T_s = 6$ seg.

En el sótano: $N = 30$, $r = 1$ y $u = 3$, entonces $T_s = 10$ seg.

Obteniendo de esta manera el tiempo de evacuación al sumar el tiempo de desplazamiento y el tiempo de salida en cada nivel, cumpliendo con el tiempo de evacuación exigido según norma de menos de tres minutos.

5.3 Detección y Evacuación

Para la detección de incendio se cuentan con detectores de calor y humo, y pulsadores manuales en caso no fueran percibidos por los equipos. Además se tiene un sistema de alarma interconectado que dará aviso de la ubicación de la emergencia a los ocupantes.

El edificio cuenta con dos cajas de escaleras con vestíbulo ventilado previo y cumplen las condiciones de ser zonas de seguridad, recorren desde el hall de cada nivel hasta el primer piso. Las puertas de acceso hacia las escaleras poseen brazos hidráulicos con finalidad de facilitar el cierre hermético y automático de ellas, y tienen una resistencia al fuego mínima de 2 horas, tal como lo determina el Reglamento peruano. Cabe destacar que las puertas de acceso o salida de las cajas de escaleras están debidamente señalizadas y abren en el sentido de la evacuación, facilitando la salida de los ocupantes en caso de emergencia.

Al instante que se active la alarma se debe verificar cuál es el piso desde donde proviene, tomar contacto con algún líder de piso, o bien enviar a algún miembro del personal de servicio, para que verifique lo sucedido; mientras se realiza esta acción debe silenciarse el sistema, el cual sólo se activará en forma indefinida cuando se confirme la emergencia.

La evacuación se realizará de la siguiente manera: se bajará por la caja de escaleras correspondiente hasta el primer piso, llegando al hall principal (Punto de Reunión), luego se debe avanzar al exterior por la salida peatonal del edificio para dirigirse progresivamente hacia la Zona de Seguridad. Teniendo en cuenta lo siguiente:

- Debe realizarse con rapidez, sin correr y manteniendo la calma en todo momento.
- No se permitirá el uso de los ascensores.

- Si el humo llegara a invadir las vías de evacuación, deberá avanzarse agachados.
- Los responsables del plan serán los últimos en salir, cerrando todas las puertas y ventanas.
- No intentar el regreso al interior.

En el caso de un sismo, las personas evacuadas no deben alejarse fuera de la Zona de Seguridad, no es seguro que éstos se trasladen de un punto a otro, crucen las calles o se retiren hacia otros sectores más alejados porque siempre es latente el riesgo de caídas de cables, letreros, vidrios u otros objetos, además de la presencia en las calles de otras personas evacuadas de sus respectivos edificios o lugares de trabajo. La Zona de Seguridad se encuentra descrita en el croquis adjunto de este informe.

5.4 Llamadas de emergencia y Neutralización de la Emergencia

Cuando la evacuación está asegurada o mientras se está desarrollando, se llamará de inmediato a la unidad de Bomberos del distrito o a la central de emergencias 116 y 105, hablando con la mayor serenidad posible, indicando la dirección exacta, las referencias cercanas y toda la información posible sobre la situación de emergencia, como qué es lo que está ardiendo, dónde, si hay heridos o atrapados, etc.

En el caso que la gravedad de la emergencia no lo haga posible o cuando ya se haya finalizado, se debe proceder de la siguiente forma:

- Desconectar la alimentación de energía eléctrica.
- Cerrar las llaves de gas.
- No ingresar a un ambiente en el que exista fuego.
- Antes de abrir una puerta cerrada, tocarla para comprobar su temperatura.

- Atacar en fuego con extintor, manteniéndose uno siempre entre el extintor y la puerta de salida, y dirigiendo el chorro a la base de las llamas.
- No utilizar agua sobre elementos conectados a tensión.
- Una vez apagado el fuego en materias sólidas, remover las brasas para impedir su reencendido.
- Si se enciende la ropa de una persona, arrojar a la víctima al suelo y cubrirla con una manta y apretarla sobre el cuerpo, o hacerle rodar sobre la misma, luego trasladarlo al hospital más cercano.

Una vez neutralizado el siniestro, se comprobarán los daños. Una vez recuperada la normalidad, los ocupantes podrán regresar al edificio. Finalmente, se investigará las causas de su origen y propagación para luego tomar medidas correctoras necesarias.

CONCLUSIONES

1. La seguridad en el edificio proyectado dependerá, desde el punto de vista estructural, que se cumpla con la ejecución de los planos de las distintas especialidades sin alteraciones en las medidas que fueron consideradas para su diseño, pues se hicieron cumpliendo los requisitos de las normas respectivas.
2. No basta que la edificación haya sido diseñada cumpliendo las diferentes exigencias estructurales de los reglamentos de construcción, es importante considerar las diferentes características de los posibles ocupantes, como limitaciones físicas o rangos de edad.
3. El plan de emergencia es de vital importancia pues informa a los ocupantes de actitudes a tomar ante una situación de alerta.
4. La realización de los planos de señalización de equipos de control y vías de evacuación no es tarea difícil, basta tener un poco de criterio y guiarse de las normas existentes.

RECOMENDACIONES

1. Las medidas de seguridad no sólo deben ser leídas, además de ellos deben ser puestas en prácticas mediante el recorrido al interior del edificio y en los simulacros que se programen.
2. La seguridad depende de la actitud que tome cada persona frente a la emergencia, no basta conocer los medios de evacuación, sino además es importante mantener la calma y ayudar a los ocupantes que fueran presa del pánico.
3. Es importante desarrollar los planos de Seguridad y Evacuación de un edificio, no sólo para pedir la aprobación ante una inspección técnica de seguridad, sino para hacer de conocimiento de todos los ocupantes del edificio a fin de que conozcan los distintos sistemas y las vías de evacuación.
4. Actualizar el plan de seguridad toda vez que hubiera cambios en la geometría del edificio o ubicación de los sistemas de seguridad, esto incluye no sólo al documento, sino además a los planos de Seguridad y Evacuación.
5. Conociendo la ubicación de los sistemas de protección, extinción, alarmas y comunicaciones, y participando en los simulacros de evacuación, los ocupantes estarán mejor preparados ante la eventualidad de ocurrencia de una emergencia.

BIBLIOGRAFIA

1. BERROCAL VILLANUEVA, MARCO ANTONIO; *Anteproyecto de Norma Técnica de Protección, Seguridad y Evacuación en Edificios Educativos*, Informe de Suficiencia UNI, 2005.
2. CARRASCO, ARTURO; *Eliminación de Barreras Arquitectónicas en Edificaciones*, ponencia del II Congreso Nacional de Vivienda y Edificaciones. Fondo Editorial ICG. Perú, 2003.
3. ESPINOZA ARRIOLA, SANTOS; *Detalles Constructivos y Seguridad contra Incendio en Edificios Multifamiliares*, Tesis UNI, 1997.
4. INDECI; *Guía Marco de la Elaboración del Plan de contingencia – Versión 1.0*, Lima 2005
5. INDECI; *Guía para la Elaborar un Plan de Seguridad en Defensa Civil*, Lima 2004. www.indeci.gob.pe/uts/guias
6. KUROIWA HORIUCHI, JULIO; *Reducción de Desastres*, Edit. Cecosami y Quebecor World Perú, Lima 2002.
7. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO; *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima 2006.
8. PEREZ GUERRERO, ADOLFO; *Cálculo Estimativo de Vías y Tiempos de Evacuación*, artículo electrónico de Inspecta Shield.
<http://www.retardantedelfuego.com.ar/seguridad-y-proteccion.htm>
9. NATIONAL FIRE PROTECCION ASSOCIATION, *Plan de Evacuación*, artículo electrónico.
<http://www.nfpa.org/displayContent.asp?categoryID=15>