



# FACULTAD DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE  
EMERGENCIAS EN LAS DISTINTAS FASES  
DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO,  
EN EL DMQ AÑO 2014

GABRIEL BARRERA MONCAYO  
FECHA: JUNIO DEL 2014

# PROBLEMA QUE SE INVESTIGÓ

**Se ha tomado como estudio de caso el edificio en construcción denominado «Smerald»**

Conociendo las características especiales que se dan en la construcción de edificios, para identificar los riesgos presentes en esta actividad es necesario conocer los procesos que intervienen.

Este estudio se enfoca en estimar el nivel de riesgo de incendio que existen en las distintas etapas de construcción de un edificio, y brindar las pautas que ayuden a mitigar y controlar las emergencias que se puedan suscitar como incendios, terremotos, deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas y conmoción social.

Para este estudio se ha utilizado como referencia el AM. 01257, formato # 036 del CBDMQ y el C.D 390, Ntp 330.

# OBJETIVO GENERAL

**Elaborar un Plan de Emergencias en la Construcción de un edificio, con base en la identificación de riesgos de los procesos intervinientes en cada etapa de la construcción, enfocado especialmente en el riesgo de incendio utilizando los métodos de evaluación internacionales, Messeri, Gretener y carga térmica; siguiendo los lineamientos normativos del Cuerpo de Bomberos de Quito.**

# HIPÓTESIS

- Un Plan de Emergencias en la construcción de un edificio, permite organizar capacitar y optimizar eficazmente tanto las brigadas como los equipos y materiales contraincendios, de manera que se pueda reducir el tiempo de respuesta en caso de emergencias identificadas y establecidas

# DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO EN CONSTRUCCIÓN



Cientes	Proveedores	Contratistas	Sub Total
5	3	6	14

Personal	Hombres	Mujeres	Subtotal
Contratados	31	7	38
Discapacitados	2	0	2
Extranjeros	0	0	0
Menores	-	-	-
Embarazadas	-	-	-
Total de Trabajadores	33	7	40

# RIESGOS EXTERNOS QUE AFECTAN A LA OBRA

Riesgos Externos	
Terremotos/ Sismos	Peligro de derrumbe o fisura de las estructuras.
Deslizamientos de tierra	Peligro de caída de tierra y escombros en excavación.
Erupción volcánica	Peligro presencia de volcán activo guagua Pichincha.
Conmoción Social	Peligro de huelgas, protestas, manifestaciones que puedan afectar las actividades de la obra.

# PROCESOS Y SUBPROCESOS

Nº	PROCESO	SUBPROCESO
1	Diseño del proyecto	Planificación
		Elaboración de planos
2	Cerramientos provisionales	Delimitación con poli sombra
3	Limpieza y Replanteo del terreno	Derrocamiento de estructuras
		Limpieza del terreno
4	Excavación y peinado de muros	Nivelación y replanteo
		Peinado de muros
5	Ejecución de muros anclados	Perforación e inyección de muros
		Colocación de polietileno
		Encofrado de muros
		Fundición de muros y zapatas
6	Cimentación de estructura y armado de columnas	Preparación de cimientos
		Armado de plintos y vigas de cimentación
		Fundición de plintos y vigas de cimentación
		Fundición de Contrapiso
7	Fundición de Columnas y Losas	Armado de Columnas
		Encofrado de Columnas
		Fundición de columnas
		Mampostería
8	Albañilería	Picado de Instalaciones
		Enlucido exterior
		Enlucido interior
		Aluminio y Vidrios
9	Acabados	Colocación de Gypsum
		Colocación de Cerámicas
		Carpintería
		Cerrajería
		Pintura
		Ascensor Generado
10	Sistemas Electromecánicos	Presurización de Gradas
		Ventilación Mecánica Subsuelos
		Instalación Bombonas de GLP
		Pararrayos

# METODOLOGÍA APLICADA

## METODOLOGÍA

Identificación de Procesos y Subprocesos

Identificación de riesgos laborales internos y externos

Evaluación y priorización de riesgos (NTP 330)

Aplicación de Métodos de Evaluación de Riesgo de Incendio

Medidas de actuación ante emergencias (Antes, Durante y Después)



# MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO

- MÉTODO MESSERI (MAPFRE -1978 –ESPAÑA)

Factores Propios de las Instalaciones
Construcción
Situación
Procesos
Concentración
Propagabilidad
Destruibilidad

Factores de Protección
Extintores
Bocas de incendio equipadas(BIES)
Bocas hidrantes exteriores
Detectores automáticos de incendio
Rociadores automáticos
Instalaciones fijas especiales

Tiene Brigada contra incendios
No tiene Brigada contra incendios

# MÉTODO MESSERI

## CÁLCULO DEL VALOR DEL RIESGO: P

$$P = 5X/129 + 5Y/26 + B$$

Valor de P	Categoría del riesgo	Puntaje obtenido	Etapas de construcción del edificio Smerald
0 a 2	Riesgo muy grave		
2,1 a 4	Riesgo grave		
4,1 a 6	Riesgo medio	5,45	60%
		4,14	80%
6,1 a 8	Riesgo leve	7,8	100%
8,1 a 10	Riesgo muy leve		

# MÉTODO GREtener

- Creado en el año de 1960 por Max Grétener, Ingeniero Suizo para evaluar matemáticamente el riesgo de incendio de las construcciones industriales y de los grandes edificios. Se fundamenta en el empleo de 19 tablas, en las que se **asocian factores de peligro y factores de protección.**

Letra	Significado
A	Peligro de activación
B	Exposición al riesgo
E	Nivel de la planta, respecto a la altura útil de un local
F	Resistencia al fuego, factor que representa el conjunto de medidas de protección de la construcción
H	Número de personas
M	Producto de todas las medidas de protección
N	Factor que incluye todas las medidas normales de protección
P	Peligro potencial
Q	Carga de incendio
R	Riesgo de incendio efectivo
S	Factor que incluye el conjunto de medidas especiales de protección
Z	Construcción celular o compartimento
G	Construcción de gran superficie
V	Construcción de gran volumen

# MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADOPTADAS

FACTOR		REPRESENTA
N	n <sub>1</sub>	Extintores portátiles
	n <sub>2</sub>	Hidrantes interiores (BIE)
	n <sub>3</sub>	Fuentes de agua - fiabilidad
	n <sub>4</sub>	Longitud de los conductos de transporte de agua
	n <sub>5</sub>	Personal instruido en extincion
S	S <sub>1</sub>	Detección del fuego
	S <sub>2</sub>	Transmisión de la alarma
	S <sub>3</sub>	Disponibilidad de bomberos externos y de empresa
	S <sub>4</sub>	Tiempo para la intervención de los cuerpos de bomberos oficiales
	S <sub>5</sub>	Instalaciones de extinción
	S <sub>6</sub>	Instalaciones de evacuación de calor y de humo
F	f <sub>1</sub>	Resistencia al fuego de la estructura portante del edificio
	f <sub>2</sub>	Resistencia al fuego de las fachadas
	f <sub>3</sub>	Resistencia al fuego de las lozas entre plantas teniendo en cuenta escaleras
	f <sub>4</sub>	Dimensión de las células cortafuegos, teniendo en cuenta las superficies vidriadas

FACTOR	DESIGNACION DE PELIGROS	SIMBOLO, ABREVIATURA	ATRIBUCION
q	Carga térmica mobiliaria	<u>Qm</u>	Peligros inherentes al contenido
c	Combustibilidad	Fe	
r	Formación de humos	Fu	
k	Peligro de corrosión/toxicidad	Co/ <u>Tx</u>	
i	Carga térmica inmobiliaria	<u>Qi</u>	Peligros inherentes al edificio
e	Nivel de la planta o altura del local	E,H	
g	Tamaño de los compartimientos corta-fuegos y su relación longitud/anchura	AB l:b	

$$R = B * A = \frac{P}{N * S * F} * A$$

$$Ru = 1,3 \times P_{HE}$$

# Método Gretener Resultados

Cálculo final seguridad contra incendios según Gretener			
Avance de construcción	Riesgo aceptado: $R_u$	Riesgo normal o efectivo: $R$	Cálculo seguridad contra incendios: $Y = R_u/R$
60%	1,3	0,42	3,09
80%	1,3	0,56	2,32
100%	1,3	0,20	6,5

**Según la investigación realizada y aplicando lo establecido en este método Gretener, La seguridad contra incendios en los 3 casos es suficiente por cuanto el valor determinado para  $Y > 1$ .**

# MÉTODO CARGA TÉRMICA

CÁLCULO RIESGO ITRÍNSECO								
Cálculo aproximado carga térmica en diferentes etapas de construcción de un edificio (60% - 80% - 100% )								
Nombre del edificio en construcción: Edificio Smerald 16 pisos, 1 terraza, 6 subsuelos								
Pisos y subsuelos	Tipo de material	Peso aproximado en Kg (Mg1) (60%)	Peso aproximado en Kg (Mg1) (80%)	Peso aproximado en Kg (Mg1)(100%)	Poder calorífico en Kcal/Kg (CC1)	Peso x Poder Calorífico ( Kcal ) (60%)	Peso x Poder Calorífico ( Kcal ) (80%)	Peso x Poder Calorífico ( Kcal) (100%)
23 plantas	Pinturas	345	600	0	4500	1552500	2700000	0
	Tuberia de PVC	161	600	800	6000	966000	3600000	4800000
	Residuos de papel y sacos	690	1000	0	4000	2760000	4000000	0
	Residuos de plástico	207	350	0	4000	828000	1400000	0
	Madera de encofrado	2300	3000	0	4000	9200000	12000000	0
	Recubrimiento de PVC de cables eléctricos	230	450	1500	5000	1150000	2250000	7500000
	Planchas de gypson	0	600	1200	19000	0	11400000	22800000
	Hormigón	227	302,4	378	19000	0	5745600	7182000
	Tiñer	50	100	0	10000	500000	1000000	0
	Muebles de madera	0	0	2000	4000	0	0	8000000
	Cortinas de plástico	0	0	1000	4000	0	0	4000000
	Cortinas de tela	0	0	850	4900	0	0	4165000
	GLP	0	0	2000	11000	0	0	22000000
	Diesel	10	15	65	10270	102700	154050	667550
	Gasolina	10	15	65	10150	101500	152250	659750
<b>Total, en Kilocalorías</b>						<b>17160700</b>	<b>44401900</b>	<b>81774300</b>
<b>Total en MegaJulios</b>						<b>71847,18</b>	<b>185898,68</b>	<b>342366,76</b>

# Resultados Carga Térmica

Calculo de carga térmica ponderada en MJ/M <sup>2</sup>						
Avance construcción ( % )	Energía aproximada liberada en caso de un incendio, en Megajulios (MJ)	Area aproximada (M <sup>2</sup> )	Conversión a MJ/M <sup>2</sup>	Valor de coeficiente adimensional sobre peligrosidad de materiales (Ci)	Valor de coeficiente adimensional de riesgo de activacion (Ra)	Carga de fuego ponderada (MJ/M <sup>2</sup> )
60%	71847,18	2235	32,15	1,0	1,0	32,15
80%	185898,68	2980,8	62,37	1,2	1,2	89,81
100%	342366,76	3726	91,89	1,2	1,2	132,32

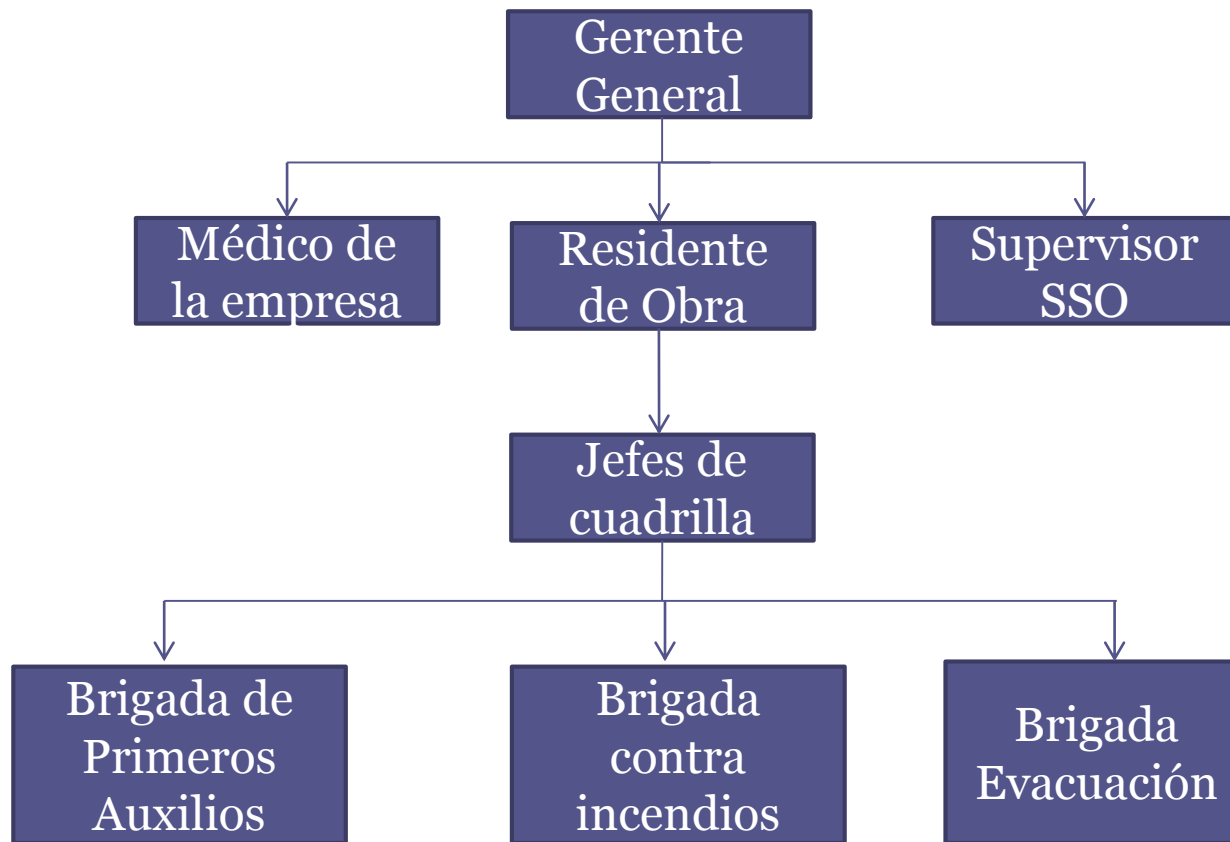
Nivel de riesgo intrínseco	Valor	Densidad de carga de fuego (Mcalorías/m <sup>2</sup> )	Densidad de carga de fuego (MJ/m <sup>2</sup> )
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
Alto	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$1400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$Q_s > 3200$	$Q_s > 13600$



# RIESGOS LABORALES INTERNOS

N°	PROCESO	SUBPROCESO	FACTOR DE RIESGO	RIESGO	NIVEL INTERVENCIÓN
3	Limpieza y Replanteo del terreno	Nivelación y replanteo	Deslizamiento de Tierras	MECÁNICOS	I
4	Excavación y peinado de muros	Excavación	Caída a distinto nivel	MECÁNICOS	I
		Peinado de muros	Posturas Forzadas	ERGONÓMICOS	I
5	Ejecución de muros anclados	Perforación e inyección de muros	Desplome de Objetos	MECÁNICOS	I
		Colocación de polietileno	Levantamiento Manual de cargas	ERGONÓMICOS	I
		Fundición de muros y zapatas	Caída a distinto nivel	MECÁNICOS	I
8	Albañilería	Enlucido exterior	Caída a distinto nivel	MECÁNICOS	I
9	Acabados	Colocación de paneles de yeso "Gypsum"	Caída distinto nivel	MECÁNICOS	I
		Pintura	Incendios y Explosiones (Bodega)	ACCIDENTE MAYOR	I
10	Sistemas Electromecánicos	Ascensor Generado	Caída a distinto nivel	MECÁNICOS	I

# ORGANIZACIÓN DE LA EMERGENCIA

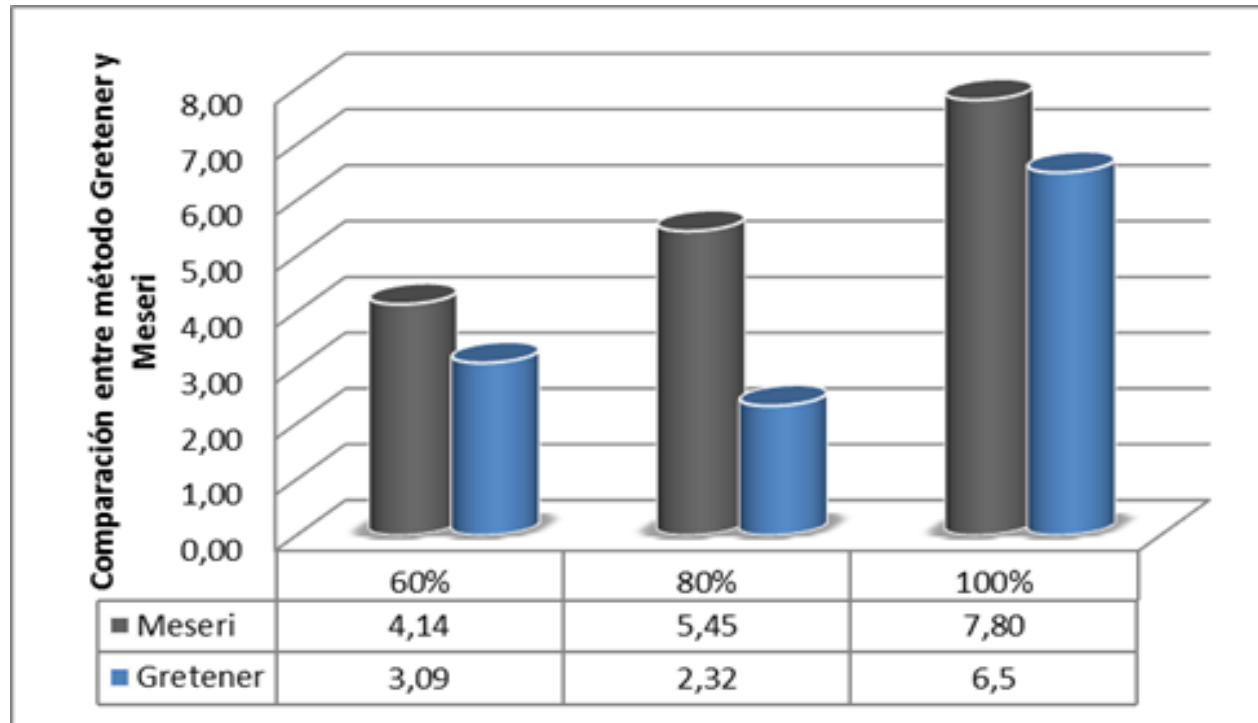


# EVACUACIÓN

## Etapas de la evacuación

Etapa 1	Detección: Tiempo transcurrido desde que se origina el incendio o la emergencia hasta que alguien lo reconoce.
Etapa 2	Alarma: Tiempo transcurrido desde que se reconoce el incendio o la emergencia hasta que se informa a la persona que debe tomar la decisión de evacuar.
Etapa 3	Decisión: Tiempo transcurrido desde la persona encargada de decidir la evacuación se pone en conocimiento del problema, hasta que decide la evacuación
Etapa 4	Información: Tiempo transcurrido desde que el encargado de decidir la evacuación decide evacuar hasta que se comunica esta decisión al personal.
Etapa 5	Preparación: Tiempo transcurrido desde que se comunica la decisión de evacuación hasta que empieza a salir la primera persona.
Etapa 6	Salida: Tiempo transcurrido desde que empieza a salir la primera persona hasta que sale la última, a un lugar seguro.

# COMPARACIÓN MESSERI / GRETENER



# CONCLUSIONES

1

- Ambos métodos Messeri y Gretener evalúan factores de construcción similares como por ejemplo la carga térmica de los materiales, tiempo de llegada de los bomberos, medios de extinción, factores de protección, factores de construcción, etc.

2

- Meseri evalúa factores económicos de la construcción y la existencia de brigadas de emergencia, por otro lado el método Gretener evalúa características más específicas en cuanto a la toxicidad, combustibilidad y corrosividad de los materiales usados así como también la exposición del riesgo a las personas.

3

- La evaluación realizada para ambos métodos dió que los niveles de riesgo de incendio en la construcción de un edificio para el 60, 80 y 100% son aceptables.

4

- Con base en la metodología NTP 330 los riesgos más importantes identificados en la construcción de un edificio fueron las caídas a distinto nivel, cotes, el levantamiento manual de cargas, por lo cuál es muy importante contar con el plan de evacuación médica expuesto en este estudio.

# RECOMENDACIONES

1

- Se debe realizar la conformación de las brigadas de emergencia cuando la obra está empezando el cual nos permita tener una organización y plan de acción ante una eventualidad de incendio o emergencia que pueda suceder.

2

- Se deberán realizar simulacros periódicos poniendo a prueba los equipos contra incendio y la actuación de las brigadas, así como también se podrán medir los tiempos de actuación

3

- La seguridad se inicia con **el diseño del proyecto**, por lo cual se recomienda que en este proceso se incluya todas las medidas de seguridad contra incendios que determinan las leyes y normas vigentes en Ecuador

4

- En las etapas del 60 y 80 % priorizar la señalización de seguridad, evacuación y de emergencia, así como también dotar de los equipos contra incendios necesarios conforme avanza la obra en construcción.

# CRITERIO TÉCNICO SOBRE EL ESTUDIO

**Sería de gran aporte continuar investigando sobre un nuevo método unificado de evaluación de riesgo de incendio que permita incluir los parámetros propios identificados en la construcción de este edificio tomando en cuenta los factores de peligro y de protección orientando no solo a salvaguardar las instalaciones sino también la seguridad de los trabajadores del edificio en construcción.**

**GRACIAS....**