PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIAGNÓSTICO DE RIESGOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CON MIRAS A UN POSIBLE PLAN DE CONTINGENCIA

AUTOR:

LUIS FRANCISCO VACA
SERGIO VASCONEZ

DIRECTOR:

Ingeniero Fredi Paredes

QUITO, 2010

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

DIAGNÓSTICO DE RIESGOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CON MIRAS A UN POSIBLE PLAN DE CONTINGENCIA

Ingeniero Fredi Paredes
Director

Ingeniero Pablo Molina
Revisor

Ingeniero José Salvador
Revisor

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Mis agradecimientos a mis maestros que se convirtieron en mis amigos, a los ingenieros Fredi Paredes, José Salvador y el Lic. Pablo Molina por su asesoramiento en este trabajo. A la Facultad de Ingeniería que me lleno de emociones, a la universidad que fue mi apoyo, a mis amigos que siempre han estado y estarán aquí.

A mi familia que ha sido mi soporte y mis fuerzas, a mis 4 hermanos que son mi vida, a mis 5 pequeños ángeles mis sobrinos, a mi madre que no ha sabido dejarme ni un solo día sin su cariño y amor, y a mi más grande maestro y guía mi padre.

Sergio Vásconez

Este pequeño paso en mi vida no hubiera sido posible sin el apoyo de personas que gracias a Dios tengo en mi vida como mis padres, Luis y Elizabeth, mis hermanas, Alexandra y Angélica y mis amigos, Andrea, Marcelo, Santiago y Jorge, pero en especial de Teresa Zurita Citelli quien con su ejemplo de esfuerzo y perseverancia en su vida nos enseñó a toda su familia que no hay metas que no se alcanzan ni sueños tan lejanos para no cumplirlos.

Luis Francisco Vaca.

INDICE PRELIMINARES

Portada	I
Subportada	II
Agradecimientos y Dedicatoria	III
Índice Preliminares	IV
Índice Contenido	V
Índice Tablas	VIII
Índice Gráficos	X
Índice Fotografías	XI
Índice Anexos	XII

INDICE CONTENIDO

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1. Introducción 1
1.1. Alcance 2
1.2. Objetivos 3
1.2.1. Objetivo General 3
1.2.2. Objetivos Específicos 3
1.3. Importancia de la Evaluación de Riesgos 3
1.4. Riesgos, Desastres y Amenazas 8
1.5. Clasificación de Riesgos y Desastres 19
1.5.1. Riesgos Antrópicos 20
1.5.2. Riesgos Naturales 20
1.6. Efecto de los Desastres 21

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE DESASTRES NATURALES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

2. Antecedentes Históricos sobre Desastres Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito. 24

2.1. Factores que Influyen en los Riesgos de Quito 27
2.2. Principales Amenazas de la Ciudad de Quito 28
2.2.1. Sismos y Terremotos 29
2.2.1.1. Crecimiento Poblacional 31
2.2.1.2. Intensidad de Sacudimiento 32
2.2.1.3. Consecuencias 34
2.2.1.4. Recomendaciones Generales para Afrontar un Terremoto en el DMQ 37

CAPÍTULO III: PLAN DE RIESGOS

3.1. Plan Nacional de Riesgos 39

3.2. Plan Provincial de Riesgos 42
3.3. Plan de Riesgos para la Ciudad 46

3.4. Plan de Riesgos PUCE 48

CAPÍTULO IV: MARCO LEGAL Y JURÍDICO

4.1. Normativas de Riesgos 51
4.1.1. Marco Constitucional para la Gestión del Riesgo 51
4.1.2. Normativas de Riesgos 52
4.1.3. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores 54

CAPÍTULO V: CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

5.1. Características Arquitectónicas 56
5.2. Características Estructurales 59
5.2.1. Solicitaciones 61
5.2.2. Materiales 61
5.2.3. Evaluación Sísmica del Edificio de Ingeniería 62
5.2.3.1. Clasificación del Edificio de Ingeniería 63
5.2.3.1.1. Según su Nivel de Sismicidad 63
5.2.3.1.2. Según Uso del Edificio 64
5.2.3.1.3. Según Tipo de Edificio 64
5.2.3.1.4. Según Lista de Chequeo a Utilizarse 65
5.2.3.2. Evaluación Sísmica para el Edificio de Ingeniería 65
5.2.3.2.1. Edificio Tipo C1 65
5.2.3.2.2. Edificio Tipo C2 68

CAPÍTULO VI: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

6.1. Distribución de Espacios 70

CAPÍTULO VII: VISITANTES DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA

7. Visitantes del Edificio de Ingeniería 76
7.1. Evaluación de Concurrencia de Estudiantes y Horario 76
7.1.1. Estudiantes según Horario en la Facultad de Ingeniería 76
7.1.2. Número de Clases por Día en la Facultad de Ingeniería 82
7.2. Profesores, Administrativos, Personal de Limpieza y Seguridad del Edificio de Ingeniería. 83
7.3. Horarios y Visitantes de los Laboratorios de Ingeniería 85

CAPÍTULO VIII: RIESGOS EXISTENTES PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA

8.1. Riesgos Naturales 88
8.2. Riesgos Antrópicos 92
8.2.1. Evaluación de Riesgos Antrópicos 92
8.2.2. Accidentes de Trabajo 95
8.2.3. Riesgos Antrópicos por Maquinaria de Laboratorio 97
8.2.4. Riesgos de Incendio y Explosiones 99

CAPÍTULO IX: CONSIDERACIONES BÁSICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LA MATRIZ

9.1. Introducción 102
9.2. Formato de la Matriz 104

CAPÍTULO X: ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS

10.1. Número de Visitantes de Ingeniería por Área 106
10.2. Elaboración de Matriz de Riesgos Naturales 107
10.3. Elaboración de Matriz de Riesgos Antrópicos 111

CAPÍTULO XI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11. Conclusiones y Recomendaciones 119
11.1. Conclusiones 119
11.2. Recomendaciones 125

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía 128

INDICE DE TABLAS

Tabla N. 1	Fenómenos Ocurridos en Quito	28
Tabla N. 2	Proyectos para Promover la Seguridad en Ecuador	40
Tabla N. 3	Estrategia de Desarrollo de Pichincha	43
Tabla N. 4	Plan de Ordenamiento Territorial de Pichincha	44
Tabla N. 5	Análisis de Reglamentos Constructivos para el Edificios de Ingeniería	55
Tabla N. 6	Peso de Materiales	61
Tabla N. 7	Sobrecargas	61
Tabla N. 8	Clasificación según Nivel de Sismicidad	63
Tabla N. 9	Clasificación de Edificios según su Uso	64
Tabla N. 10	Elección de Lista de Chequeo a Utilizarse	65
Tabla N.11	Lista de Chequeo Estructural Básica para Edificios Tipo C1	66
Tabla N.12	Lista de Chequeo Estructural Básica para Edificios Tipo C2	68
Tabla N. 13	Áreas y Porcentajes del Edificio de Ingeniería	71
Tabla N. 14	Áreas y Porcentajes en el Subsuelo del Edificio de Ingeniería	71
Tabla N. 15	Áreas y Porcentajes de la Planta Baja del Edificio de Ingeniería	72
Tabla N. 16	Áreas y Porcentajes de la Primera Planta del Edificio de Ingeniería	72
Tabla N. 17	Áreas y Porcentajes de la 2da Planta del Edificio de Ingeniería	73
Tabla N. 18	Áreas y Porcentajes de 3era – 5ta Planta del Edificio de Ingeniería	73
Tabla N. 19	Área y Porcentaje de la 6ta Planta del Edificio de Ingeniería	74
Tabla N. 20	Áreas y Porcentaje de laboratorios	74
Tabla N. 21	Número de Cubículos y Parqueaderos	75
Tabla N. 22	Número de Alumnos en el Día de la Escuela de Civil	77
Tabla N. 23	Número de Alumnos en el Día de la Escuela de Sistemas	79
Tabla N. 24	Número de Alumnos en el Día de la Facultad de Ingeniería	79
Tabla N. 25	Porcentaje de Alumnos de la Facultad de Ingeniería	80

Tabla N. 26	Número de Clases en la Facultad de Ingeniería	82
Tabla N. 27	Número de Personas que Trabajan en la Facultad de Ingeniería	83
Tabla N. 28	Número de Personas por Planta	84
Tabla N. 29	Horario de Laboratorios en Ingeniería	86
Tabla N. 30	Horario de Personal que Trabaja en Laboratorio	87
Tabla N. 31	Riesgos Naturales que Afectaron a la Facultad de Ingeniería desde 1987 hasta 2010	88
Tabla N. 32	Técnicas para Evaluación y Control de Riesgos	93
Tabla N. 33	Evaluación General de Riesgos	95
Tabla N. 34	Índices Estadísticos de Accidentes de Trabajo	96
Tabla N. 35	Máquinas Importantes del Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales	97
Tabla N. 36	Técnicas de Seguridad Aplicadas a las Máquinas	99
Tabla N. 37	Combustibles del Laboratorio de Suelos	100
Tabla N.38	Peso Aproximado de Papel en Ciertas Áreas del Edificio de Ingeniería	101
Tabla N. 39	Riesgos a Considerarse en la Matriz de Riesgos	104
Tabla N. 40	Estimación Cualitativa de Riesgo	105
Tabla N. 41	Número de Personas en Riesgo por Planta	106
Tabla N. 42	Horario del Personal que Trabaja en el Laboratorio	107

INDICE DE GRÁFICOS

Grafico N. 1	Crecimiento de la Ciudad de Quito	31
Gráfico N. 2	Zonas Clasificadas por Intensidad MSK	33
Grafico N. 3	Tipos de Construcciones	35
Grafico N. 4	Afectación al Sistema de Alcantarillado y Electricidad	36

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N. 1	Distancia entre Máquinas y Líneas de Seguridad	153
Fotografía N. 2	Escaleras de Laboratorio	154
Fotografía N. 3	Escaleras Principales del Edificio de Ingeniería	154
Fotografía N. 4	Puerta de Salida del Edificio de Ingeniería Civil	155
Fotografía N. 5	Puerta de Acceso a Cubículos de Docentes de la Facultad de Ingeniería	156
Fotografía N. 6	Puerta de Salida Principal del Edificio de Ingeniería	156
Fotografía N. 7	Salida del Edificio de Ingeniería hacia la Asociación de Escuela	157
Fotografía N. 8	Bodega de la Facultad de Ingeniería	168
Fotografía N. 9	Bodega del Laboratorio	168

INDICE DE ANEXOS

Anexo N. 1	Constitución del 2008. Artículos 389 y 390	130
Anexo N. 2	Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	133
Anexo N. 3	Pasillos y Distancia entre Máquinas en la Facultad de Ingeniería	153
Anexo N. 4	Escaleras Fijas y de Servicio de la Facultad de Ingeniería	154
Anexo N. 5	Puertas y Salidas del Edificio de Ingeniería	155
Anexo N. 6	Cursos Ofrecidos para la Escuela de Civil	158
Anexo N. 7	Cursos Ofrecidos para la Escuela de Sistemas	161
Anexo N. 8	Amenaza de Inundaciones para la Facultad de Ingeniería	164
Anexo N. 9	Amenaza Volcánica para la Facultad de Ingeniería	166
Anexo N. 10	Amenaza Sísmica para la Facultad de Ingeniería	167
Anexo N. 11	Acumulación de Papel en Áreas de la Facultad de Ingeniería Civil	168
Anexo N. 12	Formato de Matriz de Riesgos para la Facultad de Ingeniería	169
Anexo N. 13	Matriz de Riesgos para la Facultad de Ingeniería	170

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, se ha incrementado el número de fenómenos naturales a nivel mundial, así como también ha sido frecuente la ocurrencia de incendios, amenazas de bomba y accidentes graves tanto en instituciones públicas como privadas. Este hecho permite cuestionarse si la comunidad educativa de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador está preparada para afrontar un suceso como los mencionados anteriormente. Es por esto, que se debería contar con un plan de contingencia aplicable para afrontar estos hechos antes durante y después de su ocurrencia.

Sin embargo, previo a la realización del plan de contingencia, es necesario diagnosticar los riesgos a los que estaría expuesta la facultad de Ingeniería, siendo este el propósito principal del presente trabajo. Para llevar a cabo un plan de contingencia es necesario conocer las diferencias entre los riesgos a los que está expuesta la facultad y sus características que puedan favorecer o perjudicar en la consecución de un plan de contingencia. Mediante este estudio, se analizará los tipos de riesgo a los que se ve expuesta la facultad por fenómenos naturales, la manipulación de materiales inflamables dentro de los laboratorios o incluso por descuido e imprudencia de los visitantes del edificio.

Es importante notar que no solamente es necesario conocer los riesgos a los que está expuesta la facultad sino es necesario conocer las características estructurales y físicas de la facultad, ubicación de los laboratorios, distribución de aulas, y áreas libres existentes servirán para determinar de manera más precisa cuales son las dificultades que podrían atravesar los miembros de la comunidad educativa en caso de accidente dentro de la facultad.

En si, se pretende analizar los riesgos y características de la Facultad a fondo de modo que se pueda crear un plan de contingencia a futuro, apto para cada emergencia que ocurra dentro de la Facultad de Ingeniería Civil de la PUCE.

1.1. ALCANCE

El trabajo culminará con el desarrollo de una matriz de riesgos a la que está expuesta la Facultad de Ingeniería. Dicha matriz de riesgos será desarrollada por pisos y también como unidad, reflejará el grado de riesgo de la facultad según su estructura, sus condicionantes físicos, sus visitantes y el tipo de suceso al que estará expuesta, entre ellos terremotos, erupciones volcánicas, incendios y accidentes graves.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una matriz de riesgos basada en un análisis de los riesgos naturales y antrópicos de la facultad de ingeniería, la cual sirva como base de datos para la creación de un plan de contingencia futuro.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer los antecedentes históricos de las catástrofes naturales del Distrito Metropolitano de Quito y los riesgos antrópicos a los que está expuesta la Facultad de Ingeniería.

Recopilar la información referente al Plan de Riesgos Nacional, Provincial, de Ciudad y el Plan de Riesgo de la Institución.

Determinar las características físicas y estructurales de la Facultad de Ingeniería.

Determinar las horas y zonas de mayor y menor flujo de visitantes a la Facultad de Ingeniería.

Desarrollar una matriz de riesgos de la Facultad de Ingeniería.

1.3. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

En un amplio número de países en desarrollo, como los países de América Latina, se han presentado desastres en los cuales han muerto miles de personas y se han perdido cientos de millones de dólares en veinte o treinta

segundos. Eventos cuyos costos directos y obviamente indirectos pueden llegar en muchos casos a cifras incalculables, que equivalen a un inmenso porcentaje de su Producto Interno Bruto.

Debido a la recurrencia de diferentes de desastres, en varios países del continente, se puede llegar a tener un importante promedio anual de pérdidas por desastres naturales con respecto a su Producto Nacional Bruto. Esta situación, se traduce en empobrecimiento de la población y estancamiento, puesto que implica llevar a cabo gastos no previstos que afectan la balanza de pagos y en general el desarrollo económico.

En los últimos años especialistas de las ciencias sociales se han interesado por el tema, razón por la cual aún existen grandes vacíos que impiden un entendimiento completo de los problemas de riesgo y sus verdaderas posibilidades de mitigación. La lectura acerca de la vulnerabilidad y el riesgo de los geofísicos, hidrólogos, ingenieros, planificadores, etc. puede llegar a ser muy diferente de la lectura que tienen las personas y las comunidades expuestas. Por esta razón es necesario profundizar, también, el conocimiento acerca de la percepción individual y colectiva del riesgo e investigar las características culturales, de desarrollo y de organización de las sociedades que favorecen o impiden la prevención y la mitigación; aspectos de fundamental importancia para poder encontrar medios eficientes y efectivos que logren reducir el impacto de los desastres en el mundo.

Las medidas de prevención contra los efectos de los desastres deben considerarse como parte fundamental de los procesos de desarrollo integral a nivel regional y urbano, con el fin de reducir el nivel de riesgo existente. Dado que eventos de estas características pueden causar grave impacto en el desarrollo de las comunidades expuestas, es necesario enfrentar la ejecución de medidas preventivas versus la recuperación posterior a los desastres, e incorporar los análisis de riesgo a los aspectos sociales y económicos de cada región o país.

Según Lesly y David Mundy (2009) el análisis, la atenuación y la prevención de los factores de riesgo deben permitir reducir la incidencia de las catástrofes de origen natural o tecnológico, todo esto concretado a través de las medidas de prevención o planes de acción que deben ser elaborados en base a sistemas efectivos de vigilancia, de evaluación de riesgos y alerta rápida. Los países en desarrollo, deben tomar medidas ante posibles catástrofes, posterior a la evaluación de riesgos efectivamente realizada, de modo que estos países puedan hacer frente a las catástrofes de manera solvente sin retroceder en su progreso.

En ese sentido, se puede indicar que la Evaluación del riesgos es el conjunto de acciones y procedimientos para la identificación de los peligros y análisis de la vulnerabilidad de una población con fines de evaluar los riesgos (probabilidad de daños: pérdidas de vidas humanas e infraestructura), en función de ello, recomendar medidas de prevención (medidas estructurales y no estructurales) y/o mitigación para reducir los efectos de los desastres. Las

evaluaciones de riesgo deben ser factibles y suficientes pero no tienen que ser perfectas. Su importancia radica en ser la base y el enfoque correcto de los diferentes riesgos y amenazas que se pueden presentar. En caso de no ser tratada correctamente es muy difícil determinar y adoptar las medidas de prevención adecuadas.

Por otra parte, la evaluación de riesgos es un trabajo de ámbito multidisciplinario, debido a la necesidad de involucrar a otros profesionales tales como ingenieros, arquitectos, economistas y planificadores, quienes paulatinamente han encontrado de especial importancia la consideración de la amenaza y la vulnerabilidad como variables fundamentales para la planificación física y la normas de construcción de vivienda e infraestructura.

La evaluación de riesgos es la base para un plan de contingencia, el cual permitirá una respuesta rápida en caso de incidentes, accidentes o estados de emergencia. Un plan de contingencia es el conjunto de procedimientos alternativos a la operatividad normal de cada institución cuya finalidad es permitir el funcionamiento de esta, aun cuando alguna de sus funciones deje de hacerlo por culpa de algún incidente tanto interno como ajeno a la organización.

Todas las instituciones deberían contar con un plan de contingencia actualizado, el cual es una herramienta basada en un análisis de riesgos, como se mencionó anteriormente. Dicho plan consta de un conjunto de normas, procedimientos y acciones básicas de respuesta que se deben

tomar al momento de afrontar eventuales incidentes, accidentes y/o estados de emergencias que pudieran ocurrir tanto en las instalaciones como fuera de ellas. La elaboración de un plan de contingencia consta de las siguientes etapas:

1. Evaluación, que consta del registro de los posibles riesgos a los que está expuesto el bien.
2. Planificación, siendo el proceso gradual para que se cumplan los objetivos del plan de contingencia en determinado tiempo, es decir planificar las medidas que se tomaran en cada una de las situaciones de riesgo.
3. Pruebas de viabilidad, siendo uno de los más importantes, ya que serán los mecanismos que se utilicen para estudiar la factibilidad de ejecución de las actividades planeadas en la etapa anterior.
4. Ejecución, existirán 2 etapas de ejecución, la primera de ellas consiste en un simulacro para que las personas conozcan las medidas a tomarse en caso de emergencia, y segundo la ejecución en el momento mismo del desastre.
5. Recuperación, finalmente ocurrido el desastre, se debe llevar a cabo medidas que ayuden a la comunidad a sobrellevar los efectos del desastre, además que es conveniente revisar el plan de contingencia ejecutado para analizar los posibles problemas que se presentaron.

Teniendo en cuenta que los riesgos se pueden eliminar, transferir, mitigar o aceptar, en función de la probabilidad de ocurrencia o impacto del mismo,

los objetivos del plan de contingencia deben ser el de planificar y describir la capacidad de respuestas requeridas para el control de emergencias.

Al ser ciudadanos responsables con la relación que tenemos con el ambiente, y estamos conscientes de las debilidades y vulnerabilidades frente a las amenazas existentes, se puede tomar medidas adecuadas para asegurarse que dichas amenazas según el riesgo que acarrean no se conviertan en desastres. En los siguientes puntos, se describe a que se refiere el término de riesgo y desastre.

1.4. RIESGOS, DESASTRES Y AMENAZAS

Primero, se empezará definiendo riesgos como:1 la probabilidad que suceda un evento, impacto o consecuencia adversos. Se entiende también como la medida de la posibilidad y la magnitud de los impactos, siendo la consecuencia de la amenaza, y está en relación con la frecuencia del evento. Por su parte, la amenaza se considera como la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado. Otro concepto importante es el de vulnerabilidad la cual básicamente fue relacionada con el grado de exposición y la fragilidad o capacidad de los elementos expuestos a la acción de los fenómenos.

1 Viillalba, Juana. Tipo de Riesgos. Venezuela. 2008.

Como se mencionó en el capítulo anterior, lo que se necesita para una evaluación de riesgos es justamente la estimación del riesgo, para lo cual es necesario hacer una evaluación de la vulnerabilidad y de las amenazas existentes.

La amenaza es un fenómeno potencialmente destructor, de origen natural (sismo, huracán, erupción volcánica, entre otros), antrópico (explosiones al interior de una industria química, actos de violencia, guerra, entre otros), o mixto (numerosos deslizamientos de terreno, sequías, epidemias, entre otros), capaz de afectar a un territorio dado. Está relacionada con el peligro que significa la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio y durante un tiempo de exposición prefijado. Técnicamente, se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con un nivel de severidad, en un sitio específico y durante un período de tiempo. La evaluación de la amenaza, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación los sistemas físicos involucrados. En otras palabras, para poder cuantificar la probabilidad de que se presente un evento de una u otra intensidad durante un período de exposición, es necesario contar con información, la más completa posible, acerca del número de eventos que han ocurrido en el pasado y acerca de la intensidad que tuvieron los mismos.

La amenaza sísmica, por ejemplo, para un sector de una ciudad podría expresarse en términos del valor de la probabilidad que durante un lapso, digamos de 100 años, se pueda presentar un terremoto que genere una aceleración pico del suelo igual o superior, supongamos, al 30% de la aceleración de la gravedad. El valor de la amenaza, en este caso, sería el valor de la probabilidad, es decir, un valor que puede estar entre cero y uno. En términos probabilísticos un valor cercano a uno significaría que existe casi la certeza o una alta posibilidad de que durante el tiempo de exposición definido, 100 años, se presente un evento que genere una aceleración en ese sector de la ciudad igual o superior a la aceleración de referencia, 30% de la aceleración de la gravedad; como por el contrario, si el valor se llegara a acercar a cero, su interpretación sería que es muy poco posible que se presente un terremoto que genere en ese sector de la ciudad una aceleración de esa intensidad durante el período de exposición antes mencionado.

El valor de la amenaza obtenido de esta manera permite tomar decisiones en términos, por ejemplo, de las especificaciones sismo-resistentes que deben cumplir las edificaciones en los diferentes sectores de la ciudad, las cuales deben construirse de acuerdo con las aceleraciones potenciales que probablemente tendrán que soportar durante su vida útil.

Por otra parte, es común en la literatura técnica utilizar el concepto de "período de retorno" o intervalo de recurrencia de un evento, que corresponde al tiempo "promedio" entre eventos con características similares

en una región. Este es un concepto estadístico a tener en cuenta, ya que en ocasiones se tiene la idea errónea de que este intervalo es determinístico; como ejemplo, si el período de retorno de una erupción volcánica, es de 250 años y hace diez que se presentó, esto no significa que falten otros 240 años para que se repita (Fiske 1984).

En resumen, evaluar la amenaza es "pronosticar" la ocurrencia de un fenómeno con base en: el estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de eventos en el tiempo. Un pronóstico puede ser a corto plazo, generalmente basado en la búsqueda e interpretación de señales o eventos premonitorios; a mediano plazo, basado en la información probabilística de parámetros indicadores, y a largo plazo, basado en la determinación del evento máximo probable en un período de tiempo que pueda relacionarse con la planificación del área potencialmente afectable.

Por otra parte, cuando los pronósticos pueden realizarse en el corto plazo, es común darle a este proceso el nombre de "predicción". Con esta técnica, según el National Academy of Sciences (1975), se pretende determinar con certidumbre cuándo, dónde y de qué magnitud será un evento, es fundamental para el desarrollo de sistemas de alerta, cuyo objetivo es informar anticipadamente a la población amenazada acerca de la ocurrencia o inminente ocurrencia de un fenómeno peligroso.

Otro aspecto a analizarse es la vulnerabilidad se entiende como un conjunto de puntos débiles o como la posibilidad de experimentar consecuencias más o menos graves con la ocurrencia de un fenómeno destructor, el hecho de estar expuesto a una amenaza es una forma de vulnerabilidad. Lo que interesa en el análisis de riesgos no es el análisis general de una o varias amenazas al interior de un territorio sino todas las amenazas capaces de afectar un elemento esencial en particular. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos. La vulnerabilidad, en términos generales, puede clasificarse con un carácter técnico y con un carácter social, siendo la primera más factible de cuantificar en términos físicos y funcionales, como por ejemplo, en pérdidas potenciales referidas a los daños o la interrupción de los servicios, a diferencia de la segunda que prácticamente sólo puede valorarse cualitativamente y en forma relativa, debido a que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, entre otros. En consecuencia, un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.

Los elementos bajo riesgo son el contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la

ocurrencia de un evento, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre tales como edificaciones, líneas vitales o infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios y la gente que los utiliza.

Este tipo de evaluaciones deben ser realizadas por entidades o profesionales de diversas disciplinas. Estudios acerca de la vulnerabilidad física y funcional, por ejemplo, deben ser realizados por ingenieros, arquitectos y planificadores, y evaluaciones de la vulnerabilidad social deben ser desarrolladas en forma multidisciplinaria por parte de economistas, sociólogos, médicos, socorristas y planificadores, entre otros. La evaluación de la capacidad sismo-resistente de edificaciones o de obras civiles existentes, es un caso de análisis de vulnerabilidad física desde el punto de vista sísmico; la determinación del nivel de exposición de viviendas y de infraestructura, y su capacidad para soportar una inundación, es un ejemplo de un análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Por otra parte, la evaluación del conocimiento y de la capacidad de una comunidad para actuar correctamente ante la ocurrencia de una erupción volcánica, corresponde a un análisis de vulnerabilidad educativa; el análisis de la capacidad de reacción de personal de socorro, y de la capacidad hospitalaria ante una demanda masiva de servicios médicos, corresponde a un análisis de vulnerabilidad institucional y funcional.

Finalmente, el riesgo se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de una intensidad específica, con la

vulnerabilidad de los elementos expuestos. Por lo tanto, el riesgo puede ser de carácter geológico, hidrológico, atmosférico o, también, tecnológico, dependiendo de la naturaleza de la amenaza a la cual está referido.

Desde el punto de vista físico, el riesgo específico es la pérdida esperada en un período de tiempo, que puede ser expresada como una proporción del valor o costo de reemplazo de los elementos bajo riesgo. Usualmente, el riesgo específico representa pérdida de vidas, heridos y pérdidas de inversiones de capital. Ahora bien, debido a la dificultad que significa estimar el riesgo total, o sea la cuantificación acumulativa del riesgo específico de cada uno de los elementos expuestos y para cada una de las amenazas, en general se acepta referirse al riesgo haciendo referencia a un riesgo específico representativo para la región, como por ejemplo: el riesgo por inundación para las cosechas, el riesgo sísmico de las edificaciones, el riesgo de las líneas vitales por deslizamientos, entre otros.

Adicionalmente, es común que el riesgo sea estimado solamente en términos físicos, dado que la vulnerabilidad social es difícil de evaluar en términos cuantitativos, esto no significa que no sea posible estimar en estos casos mediante indicadores de riesgos relativos, que igualmente permiten tomar decisiones y definir prioridades de prevención y mitigación.

Por otra parte, una vez evaluado el riesgo y teniendo en cuenta que no es posible reducirlo a cero, para efectos de la planificación y el diseño de obras de infraestructura y de protección es necesario definir un nivel de riesgo

aceptable, o sea un valor admisible de probabilidad de consecuencias sociales y económicas que, a juicio de las autoridades que regulan este tipo de decisiones, se considera lo suficientemente bajo para permitir su uso en la planificación física, la formulación de requerimientos de calidad de los elementos expuestos o para fijar políticas socio-económicas afines.

Debido a que no existen criterios unificados para este tipo de evaluaciones, no es raro encontrar metodologías diversas, muchas de ellas altamente cualitativas o de alcance parcial. Por esta razón, por ejemplo, es más común encontrar estudios acerca de amenazas que estudios acerca de riesgos, o estudios de amenaza que no son consistentes con el nivel de resolución posible de aplicar en los análisis de vulnerabilidad. Muchos estudios de amenaza no contribuyen en forma significativa a la evaluación del riesgo, debido a que no permiten cuantificar realmente la potencialidad de ocurrencia del fenómeno. Un ejemplo de lo anterior son algunos mapas de amenaza volcánica o por deslizamientos, que más bien son mapas de zonificación de depósitos o de susceptibilidad relativa, debido a que no cuantifican en términos estocásticos la probabilidad de ocurrencia de un evento específico durante un período de exposición determinado o debido a que la valoración de las variables consideradas es altamente subjetiva (Bostok 1978).

En resumen, el alcance de los estudios y el tipo de metodología para la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo dependen de:

- La escala del espacio geográfico involucrado
- El tipo de decisiones de mitigación que se esperan tomar
- La información disponible, factible y justificable de conseguir
- La importancia económica y social de los elementos expuestos
- La consistencia entre los niveles de resolución posibles

Evaluar pérdidas futuras es algo incierto, razón por la cual usualmente se recurre a alguna medida probabilística para la realización de un estudio de esta naturaleza. Los riesgos pueden expresarse en pérdidas promedio de dinero o de vidas por año, sin embargo debido a que eventos de gran intensidad son hechos muy raros, las pérdidas promedio para este tipo de eventos, tan poco frecuentes, pueden no dar una imagen representativa de las grandes pérdidas que podrían estar asociadas a los mismos. Esta dificultad puede resolverse determinando para un límite de pérdida la probabilidad de que éste sea igualado o sobrepasado. Un ejemplo puede ser la probabilidad de que el costo de los daños y reparaciones en un sitio sobrepase una cifra de mil millones de pesos como consecuencia de por lo menos un evento en los próximos cincuenta años. Este límite que podría también expresarse en términos de víctimas humanas o de fallas en las edificaciones.

Una metodología ampliamente utilizada para la determinación indirecta del nivel de riesgo es el análisis de costo y beneficio, en el cual se relaciona el daño con el peligro para la vida. En áreas altamente expuestas donde ocurren con frecuencia eventos de dimensiones moderadas, cualquier

aumento en los costos de mitigación se verá compensado por la reducción en los costos causados por daños (Mora 1978). Sin embargo, en áreas menos expuestas los requisitos de mitigación se pueden justificar sólo en términos de seguridad para la vida, pues los ahorros esperados en daños por eventos que ocurren con muy poca frecuencia no son lo suficientemente cuantiosos para justificar un aumento en los costos de la mitigación.

Comúnmente, los riesgos que resultan de la frecuente ocurrencia de un número menor de fatalidades tienden a generar menos aversión al riesgo que hechos poco frecuentes pero con grandes impactos, aunque las sumas de las fatalidades de ambas causas sean comparables. En otras palabras, la percepción del riesgo no es lineal o simplemente existen otros valores que son muy importantes para la sociedad tales como los costos ecológicos y los costos económicos directos e indirectos relacionados con el evento. Para el público en general no es desconocido que el de muertes causadas por accidentes de tránsito supera ampliamente al causado por eventos tales como los terremotos, las erupciones volcánicas, u otros fenómenos similares.

La aplicación de medidas preventivas no garantiza una confiabilidad del 100% de que no se presenten consecuencias, razón por la cual el riesgo no puede eliminarse totalmente. Su valor por pequeño que sea, nunca será nulo; por lo tanto siempre existe un límite hasta el cual se considera que el riesgo es controlable y a partir del cual no se justifica aplicar medidas preventivas. A todo valor que supere dicho límite se le cataloga como un

riesgo incontrolable, y su diferencia con el mismo se le considera como un riesgo admisible o aceptable. Por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, con el fin de que la obra pueda ser efectiva en la gran mayoría de las casos, es decir para los eventos más frecuentes. Esto significa que pueden presentarse eventos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

El conocer los efectos potenciales y/o pérdidas que pueden presentarse en el contexto social y material permite que dentro de los planes de desarrollo y los programas de inversión se puedan definir medidas que eviten o atenúen las consecuencias de los futuros desastres, bien sea mediante la intervención en la ocurrencia del evento, en el caso de que esto sea posible, o modificando las condiciones que propician que los efectos del mismo se presenten. Controlar o encauzar el curso físico de un evento, o reducir su magnitud y frecuencia, son medidas relacionadas con la intervención de la amenaza. La reducción al mínimo posible de los daños materiales mediante la modificación de la resistencia de los elementos expuestos es una medida relacionada con la intervención de la vulnerabilidad física. Aspectos relacionados con planificación del medio, la reglamentación de usos del suelo, seguros, preparativos para la atención de emergencias y educación son medidas de prevención y mitigación, que incorporadas en los planes de

desarrollo, todos estos puntos dirigidos a disminuir la vulnerabilidad física, funcional y social.

1.5. CLASIFICACIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES

Los riesgos pueden llegar a ser de origen geológico, hidrológico, atmosférico que a su vez causan desastres como terremotos, erupciones volcánicas, movimientos de masas, maremotos, inundaciones, huracanes, entre otros. Sin embargo, los desastres posibles no son únicamente provocados por la naturaleza, sino también son causados por el hombre o por fallas técnicas que representen un peligro considerable a una región, país, ciudad.

Antes de clasificar a los riegos y desastres, es necesario definir lo que se entiende por desastre: Un desastre es un evento o suceso que ocurre forma repentina e inesperada, causando sobre los elementos sometidos alteraciones intensas, representadas en la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad y posibles daños severos sobre el medio ambiente. Esta situación significa la desorganización de los patrones normales de vida, genera adversidad, desamparo y sufrimiento en las personas, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y la modificación del medio ambiente.

La clasificación de los riesgos y los posibles desastres se ha hecho en función de su origen, en cuanto estos sean ocasionados por fenómenos naturales y antrópicos.

1.5.1.RIESGOS ANTRÓPICOS

Los riesgos antrópicos son provocados por el hombre pudiendo ser consecuencia de una falla de carácter técnico en sistemas industriales o bélicos. En este caso el riesgo existe debido a que es originado por el hombre, lo cual puede desencadenar una serie de fallas en serie causando un desastre de gran magnitud. Entre los riesgos y desastres de origen antrópico se puede mencionar: guerras, terrorismo, explosiones, incendios, accidentes, contaminación, colapsos e impactos.

1.5.2. RIESGOS NATURALES

Existen riesgos de origen natural que corresponden a amenazas que no pueden ser neutralizadas debido a que difícilmente su origen puede ser intervenido, aunque en algunos casos puede controlarse parcialmente. Terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis y huracanes son ejemplos de amenazas que aun no pueden ser intervenidas en la práctica, mientras que inundaciones y deslizamientos pueden llegar a controlarse o atenuarse con obras civiles de canalización, estabilización de suelos ente otros. Entre los riesgos y desastres naturales se puede enlistar: terremotos, tsunamis, volcanes, huracanes, inundaciones, derrumbes, sequías, desertificación, deforestación o epidemias.

A la vez estos fenómenos pueden ocasionar o generar otros efectos, como el caso de las avalanchas o lahares y las lluvias o flujos de material

piroclástico que están directamente asociados con el fenómeno volcánico. La mayoría de estos fenómenos ocurren en forma cataclísmica, es decir súbitamente y afectan un área no muy grande; sin embargo hay casos como la desertificación y las sequías, los cuales ocurren durante un largo período y sobre áreas extensas en forma casi irreversible.

1.6. EFECTO DE LOS DESASTRES

A pesar de la innumerable tecnología que el ser humano ha sido capaz de desarrollar a lo largo de su historia, sigue siendo completamente vulnerable a los desastres naturales, ya que, debido a su magnitud, cada vez que ocurren, se pierden gran cantidad de recursos tanto humanos como económicos y materiales que en ocasiones pueden ser totalmente irrecuperables para los países afectados. Los efectos que puede causar un desastre varían dependiendo de las características propias de los elementos expuestos y de la naturaleza del evento mismo. El impacto puede causar diferentes tipos de alteraciones. En general pueden considerarse como elementos bajo riesgo: la población, el medio ambiente y la estructura física representada por la vivienda, la industria, el comercio y los servicios públicos. Los efectos pueden clasificarse en pérdidas directas e indirectas:

- ***Pérdidas directas,*** están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños en la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, es decir, la alteración física del hábitat. Dentro de

las pérdidas directas se debe mencionar las pérdidas humanas después de un desastre en el peor de los casos suelen arrojan cifras muy grandes de muertos, heridos y desaparecidos, no tan solo durante el desastre natural, sino también después de que éste ocurre debido a que los brotes de enfermedades incrementan y la comida y el agua, principalmente ésta última, escasean. Entre más tiempo se tarde una comunidad o un país en recuperarse, más expuesto se ve a que esto ocurra, debido a que muchas familias se quedan sin empleo y por lo tanto sin comida, además de que otras en ocasiones pierden todas sus posesiones materiales y los lugares en los que antes vivían.

- ***Pérdidas indirectas,*** generalmente pueden subdividirse en efectos sociales tales como la interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información y la desfavorable imagen que puede tomar una región con respecto a otras; y en efectos económicos que representan la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja en la producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción.

Al hablar de pérdidas de recursos naturales y económicos sabemos que los desastres naturales además de causar grandes pérdidas humanas, también provocan pérdidas materiales y económicas. Tan sólo en el año 2003 las pérdidas alcanzaron los 55 mil millones de dólares a nivel mundial.

El problema no es la pérdida de dinero en sí, sino la desproporción en la que los países se ven afectados respecto a su producto interno bruto, ya que los países en desarrollo sufren más las bajas que los países ricos. Esto hace vulnerables a las entidades en vías de desarrollo, exponiéndolos a la creciente pobreza.

Es común referirse al causante de las pérdidas como un desastre, sin embargo la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo depende de las acciones que se tomen en el momento justo del desastre. “Los desastres naturales destruyen los adelantos logrados por el desarrollo, pero los propios procesos de desarrollo aumentan el riesgo de desastre”2, es decir para enfrentar este hecho, es necesario que se reduzcan las pérdidas materiales haciéndolas sostenibles a largo plazo.

Las personas deben ser conscientes de los desastres naturales que tienen lugar en los diferentes países, y aceptar la responsabilidad que tienen sobre los mismos, de modo que puedan evitarlos y disminuir la repercusión económica y material que tengan sobre la población.

2 Erickson, Jon. El Efecto Invernadero. Madrid, España: Mc. Graw Hill, 1992.

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE CATÁSTROFES NATURALES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

La ciudad de Quito, es la ciudad capital del Ecuador. Según la información obtenida en el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, la ciudad está ubicada sobre la hoya de Guayllabamba en las laderas del volcán Pichincha con una extensión de 12000 kilómetros cuadrados. La ciudad actualmente presenta una concentración de empresas y oficinas en tres sectores principales: El Ejido, Carolina y 12 de Octubre. La ciudad se encuentra limitada por el volcán Casitagua al norte, la falla geológica EC-31 al este, las faldas del Pichincha al oeste y el volcán Atacazo al sur. La ciudad tiene como característica que es alargada, con 50km de norte a sur y 4km de este a oeste. Actualmente, Quito tiene un terreno irregular variando la altitud entre 2850msnm y 3100msnm y cuenta con clima templado. El período de lluvias en la ciudad es prolongada con una temperatura que oscila entre 10 y 25ºC, con cambios climáticos variados en el transcurso del día.

Quito, en los últimos años se ha extendido hacia el norte, sur, nor-oriente y sur-oriente, esto ha permitido un notable crecimiento económico y poblacional. Actualmente, habitan en la ciudad 2 millones de personas en las 65 parroquias centrales y suburbanas.

El 27 de diciembre de 1993, se promulgó la Ley que crea el Distrito Metropolitano de Quito para que se regule el uso del suelo, se planifique y reglamente el transporte público y privado, se controle la contaminación y se logre la integración y participación de la comunidad en los diferentes proyectos. El municipio en si cumple las tareas de: procurar el bienestar material de la colectividad, planificar el desarrollo, fomentar el espíritu de nacionalidad y confraternidad y en general velar por el bienestar de la ciudad y sus habitantes. Parte fundamental de esta labor consiste en la prevención de riesgos.

Hoy en día abundan las investigaciones en torno a los riesgos, se observa un sensible incremento de las pérdidas humanas, materiales y financieras vinculadas a catástrofes. Se puede entonces considerar que la concepción clásica del riesgo, no es el camino adecuado para su análisis, ya que las investigaciones sobre amenazas y sobre la vulnerabilidad no permiten concretar un procedimiento eficaz de prevención de los riesgos y de planificación preventiva de los espacios afectados por los mismos.

El enfoque adoptado en el marco del programa de investigación “Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito”, consiste en plantearse cuales cosas son importantes y cuáles son las que se pueden perder, para luego verificar su vulnerabilidad. Es decir se coloca los elementos esenciales y no las amenazas en el centro de la definición y del análisis del riesgo.

En un territorio como el Distrito Metropolitano de Quito, las amenazas son numerosas y en realidad cubren todas las áreas, en este caso la cartografía de las amenazas no necesariamente hace avanzar el conocimiento útil para la prevención ni permite actuar de manera eficaz. El procedimiento clásico de análisis de los riesgos consiste en definir espacios expuestos a las amenazas y luego identificar los elementos que se sitúan en ellos para finalmente tratar de apreciar su vulnerabilidad. Sin embargo, el análisis de vulnerabilidad resultante en este caso está demasiado marcado por la amenaza y tiende a ocultar ciertos elementos esenciales y algunas formas de vulnerabilidad fundamentales.

Esta manera de considerar las amenazas, consiste en identificar en primer lugar los elementos esenciales del territorio estudiado y luego en descifrar las diversas formas de su vulnerabilidad. Se debe tener en cuenta que la identificación de lo importante no depende de una amenaza mientras que en el proceso clásico la determinación de lo que está amenazado y el análisis de su vulnerabilidad se basan en espacios expuestos identificados previamente. Por otra parte, se toma en cuenta todas las amenazas que pueden afectar un elemento esencial, en el procedimiento clásico solo se hace una cartografía de amenazas, para el caso de Quito, los elementos esenciales se encuentran concentrados en un espacio muy restringido del área metropolitana, está información es de suma importancia tanto para la planificación urbana en general como para la prevención de los riesgos. Esta información añadida a la información existente de fenómenos ya ocurridos en Quito son la base para una evaluación de riesgos.

2.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS RIESGOS DE QUITO

El clima de la Sierra es variable, la circulación de vientos fluyen por los valles y es susceptible a la influencia de las corrientes marinas como ha sucedido en años pasados como el “Fenómeno del Niño” y la corriente fría de “Humboldt”.

Quito cuenta con un clima del tipo ecuatorial, con dos estaciones: lluviosa y seca. Estas estaciones están caracterizadas según el régimen pluviométrico. Es importante tener en cuenta, que al igual que ha ocurrido a nivel mundial, han existido cambios en los períodos temporales en Quito en los últimos años.

El factor meteorológico más importante a tomar en cuenta son las precipitaciones, las máximas precipitaciones se dan al sur de la ciudad y van decreciendo conforme se aproxima al norte. Se distinguen tres zonas según las precipitaciones y su intensidad:

a. Zona Seca Interandina: Comprende los valles bajos de San Antonio de Pichincha, Calderón, Guayllabamba. El promedio anual de precipitaciones es de 554mm.
b. Zona Interandina: Comprende las zonas de Cumbayá, Tumbaco, Puembo, Pifo, Yaruquí, El Quinche, Checa, Nono, Calacalí, Nayón, Zámbiza, Lloa y la ciudad de Quito. Su promedio anual de precipitaciones es de 960mm.
c. Zona Lluviosa Inerandina: Comprende las zonas de Pintag y la Cordillera Occidental. El promedio anual de precipitaciones es de 1400mm.

La temperatura media en el Distrito Metropolitano de Quito es de 14.5ºC, su humedad relativa es de 73%. El viento al norte de la ciudad tiene una velocidad media de 3m/s y decrece hacia el centro hasta 0.7m/s.

2.2. PRINCIPALES AMENAZAS DE LA CIUDAD DE QUITO

Históricamente la ciudad de Quito ha enfrentado accidentes de origen climático como geomorfológico relacionados con los escurrimientos de superficie perturbados por la urbanización: inundaciones, avenidas de lodo, derrumbes y hundimientos. Por este motivo, se estudió el pasado de estos fenómenos ya que en un medio urbano en donde la modificación radical del medio natural interfiere necesariamente en las causas climáticas, el enfoque únicamente geomorfológico permite difícilmente llegar a conclusiones utilizables. Entre los fenómenos naturales más relevantes ocurridos en la ciudad de Quito se mencionan muestran en la siguiente tabla:

Tabla N. 1: Fenómenos Ocurridos en Quito

AÑO	FENÓMENO
1987	Sismo que afecto seriamente el patrimonio histórico.
1999	Cenizas de volcán Guagua Pichincha cubrieron la ciudad.
2002	Cenizas del volcán Reventador cubrieron la ciudad.
1999	Levantamientos indígenas paralizan la ciudad durante tres semanas.
2000	Se multiplican inundaciones y deslizamientos de terreno y un derrumbe interrumpe un eje esencial de la ciudad y los valles.
2003	Incendio en el Palacio del Congreso Nacional apagado con dificultad por estado de los hidrantes
2003	Rotura del oleoducto que transporta el petróleo de la Amazonía a la Costa.
2006	Erupción del Tungurahua en agosto: miles de damnificados, cientos de familias sin vivienda.
2008	Inundaciones entre enero y abril: 57 muertos, nueve desaparecidos, 90.297 familias afectadas, carreteras destruidas, daños incalculables.

Elaborado por: Luis Vaca Yánez
Tomado de: Atlas de Amenazas Naturales en el Distrito Metropolitano de Quito

2.2.1. SISMOS Y TERREMOTOS

Durante el siglo XX, el Ecuador soportó dos eventos tectónicos. Uno ocurrido en Ambato, en el año de 1949 y el segundo en Quito en el año de 1987. El primer terremoto en registrarse ocurrió en el año de 1541, desde ese entonces hasta el día de hoy el Ecuador ha enfrentado 98 sismos con intensidad igual o mayor a siete. De los cuales, 14 han ocurrido en un radio de 50km alrededor de Quito.

La ciudad de Quito, es una ciudad con un alto riesgo sísmico: a lo largo de los últimos 450 años, ha experimentado varios terremotos de alta intensidad que han causado destrucción y muerte. Los sismos y terremotos se han convertido en la razón para que los pobladores realicen demoliciones y reconstrucciones sin ningún tipo de criterio técnico, incrementando las consecuencias que se tendrían al darse lugar un terremoto.

Los terremotos de los cuales se tienen registro ocurrieron cuando Quito estaba menos poblada y desarrollada que la actualidad. Por este motivo, en el año de 1995, se preparó un proyecto para el manejo de riesgo sísmico de Quito, con el fin de analizar las consecuencias de un posible desastre y a su vez tomar medidas preventivas hacia estos eventos. Este proyecto fue realizado por la Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards Internacional, el Municipio del Distritio Metropolitano de Quito, entre otros colaboradores, quienes estuvieron de acuerdo en la necesidad de poner en marcha un proyecto de riesgo sísmico en Quito.

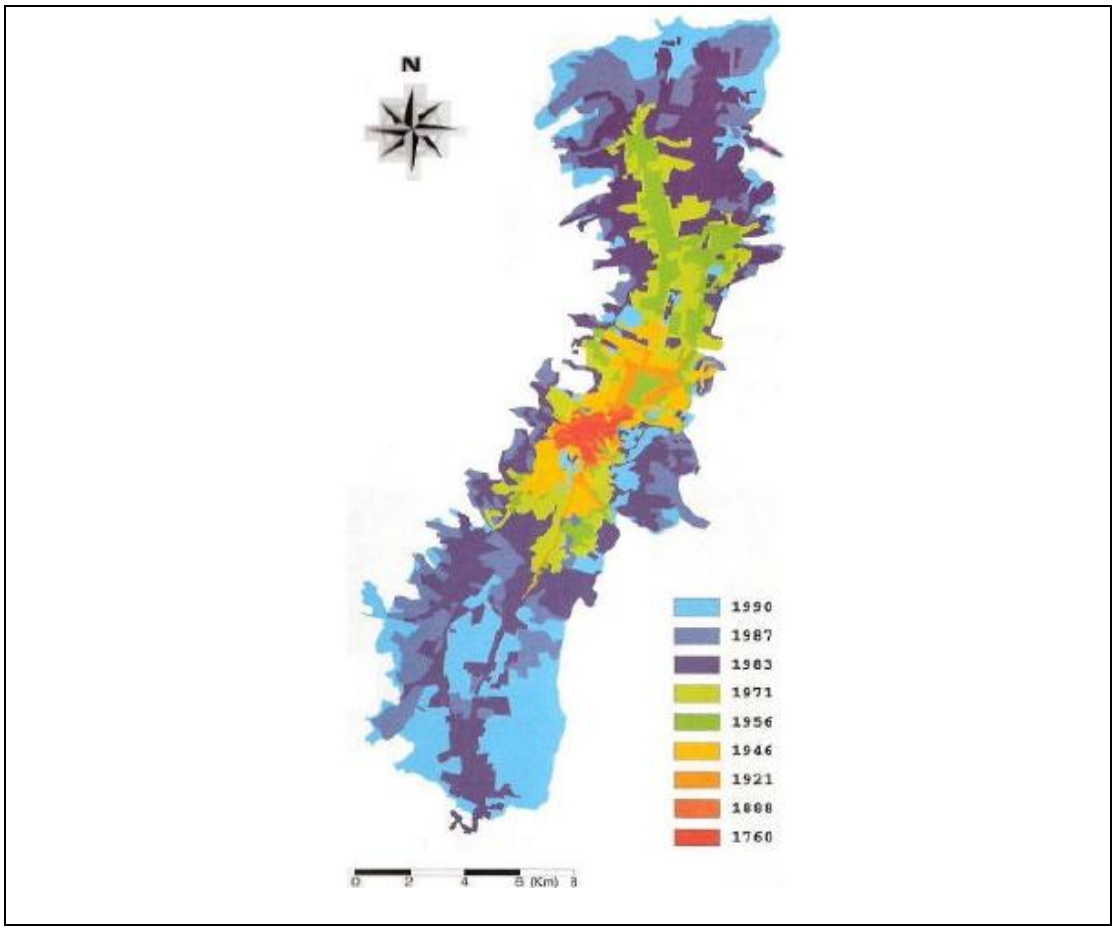
El 5 de marzo de 1987 fue la primera vez que Quito, la capital del Ecuador, fue afectada por un temblor fuerte. Este terremoto provocó la muerte de 1000 personas y una perdida de bienes materiales que alcanzaban los 700 millones de dólares. Aunque este fue el último terremoto registrado, cabe notar que en los últimos 460 años, Quito ha sido afectada por muchos teremotos más intensos incluyendo los ocurridos en los años 1597, 1755, 1797, 1859 y 1868, los cuales provocaron que algunos edificios se afectaran considerablemente y produjeron víctimas fatales.

Es por esto que el Proyecto de Riesgo Sísmico desarrollado en el año 1995, tiene como objetivo dirigir a las personas del gobierno y a los líderes a reducir los daños que podrían producirse como consecuencia de un terremoto. Este proyecto cuenta con mapas que son de fundamental importancia para la planificación de la intervención de la amenaza y vulnerabilidad, y deben ser la base de los planes de contingencia. Es importante notar que que un plan operativo elaborado con base en un mapa de riesgo es mucho más eficiente que si se realiza sin conocer dicho escenario de efectos potenciales, dado que este último permite definir procedimientos de respuesta más precisos para atender a la población en caso de desastre. Se analizarán algunos puntos de este proyecto:

2.2.1.1. CRECIMIENTO POBLACIONAL

El crecimiento de la ciudad es un determinante para la magnitud de un desastre. Por ejemplo en 1868, Quito, estaba habitada aproximadamente por 45000 personas expandidas alrededor de 4km^2, los efectos del terremoto ocurrido en ese año, no se podrían comparar con los efectos que se tendría en la actualidad. A partir de ese año, la población de Quito se ha incrementado más de 25 veces y el área de la ciudad ha aumentado 70 veces su tamaño. En el siguiente gráfico se muestra el crecimiento de la ciudad de Quito desde el año 1760 hasta el año 1990:

Gráfico N. 1. : Crecimiento de la Ciudad de Quito



Fuente: Proyecto para el Manejo de Riesgo Sísmico de Quito / Municipio de Quito

Como consecuencia de ese crecimiento acelerado, se tiene la proliferación de construcciones de pobre calidad en urbanizaciones ubicadas en zonas de alto riesgo sísmico. Se han construido estructuras en lugares inestables, como son las quebradas rellenas con tierra suelta y en empinadas laderas que antes estaban deshabitadas y hoy se encuentran muy pobladas. Por estos motivos, de darse un terremoto en la actualidad, se afectaría una población urbana mucho mayor y las edificaciones de alturas considerables que jamás se han visto sometidas a vibraciones fuertes del suelo.

2.2.1.2. INTENSIDAD DE SACUDIMIENTO

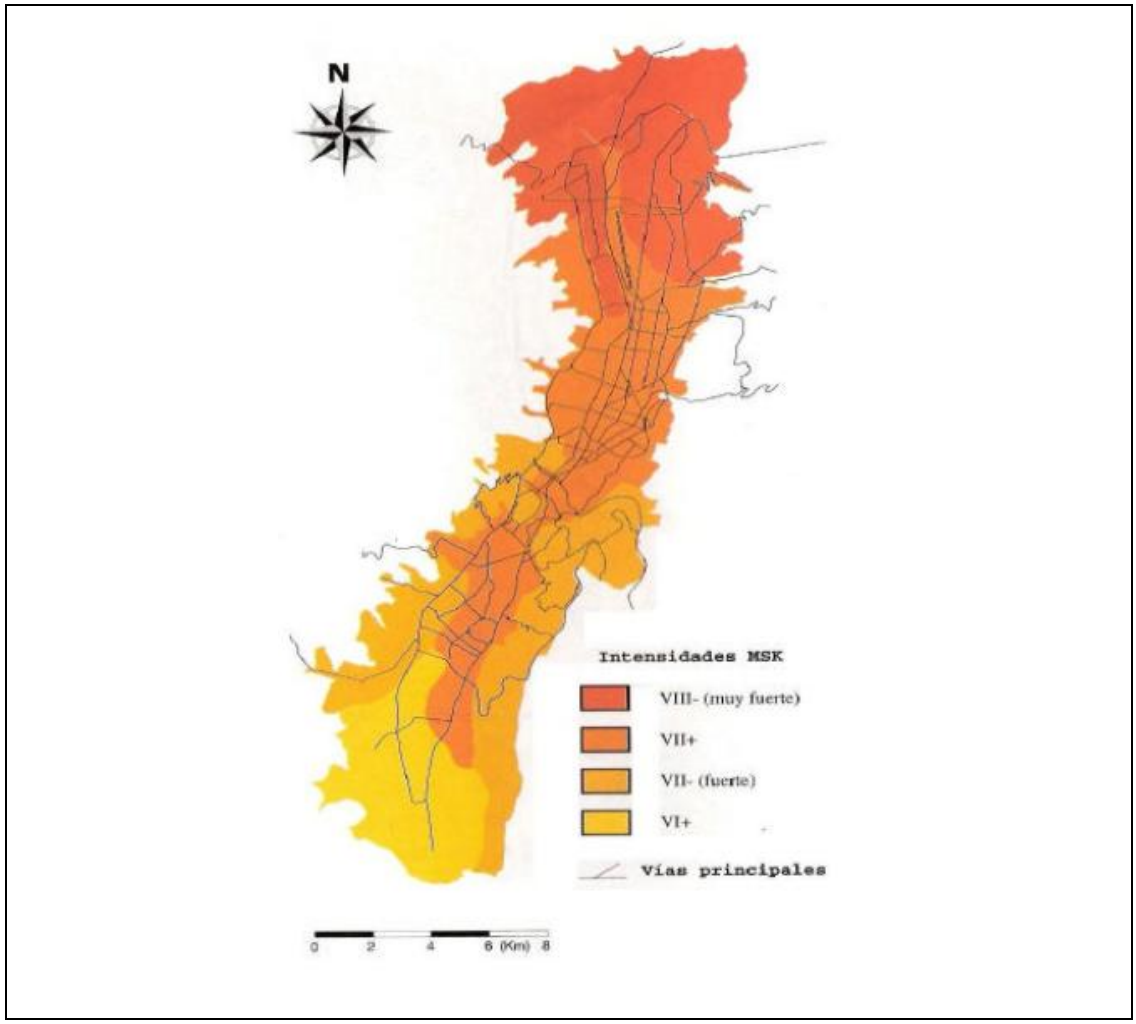
Para determinar la amenaza de terremotos en la ciudad de Quito, se debe mencionar que la intensidad de sacudimiento del suelo, que Quito pudiera experimentar durante un terremoto, dependerá de tres factores: la fuerza del terremoto, su distancia hasta Quito y las características del suelo de la ciudad.

A partir de los factores anteriores, se distinguen 3 terremotos que representan el rango de magnitudes y distancias posibles:

a. Un terremoto de magnitud de 8.4 localizado fuera de la Costa, 200km al occidente de Quito.
b. Un terremoto regional de magnitud 7.3 localizado al interior del continente, 80km al este de Quito.
c. Un terremoto local de magnitud 6.5, ubicado 25km al norte de Quito.

La intensidad del sacudimiento del un terremoto depende de las condiciones del suelo, mientras más suave sea esté mas amplificado será el sacudimiento. Es por esto, que Quito se encuentra dividida en 22 zonas, de acuerdo a sus diferentes tipos de suelos. Para identificar estas zonas, se calculó la intensidad de sacudimiento en cada zona para cada uno de los terremotos anteriores. El siguiente gráfico corresponde al mapa de intensidades de la ciudad de Quito:

Gráfico N. 2: Zonas Clasificadas por Intensidad MSK



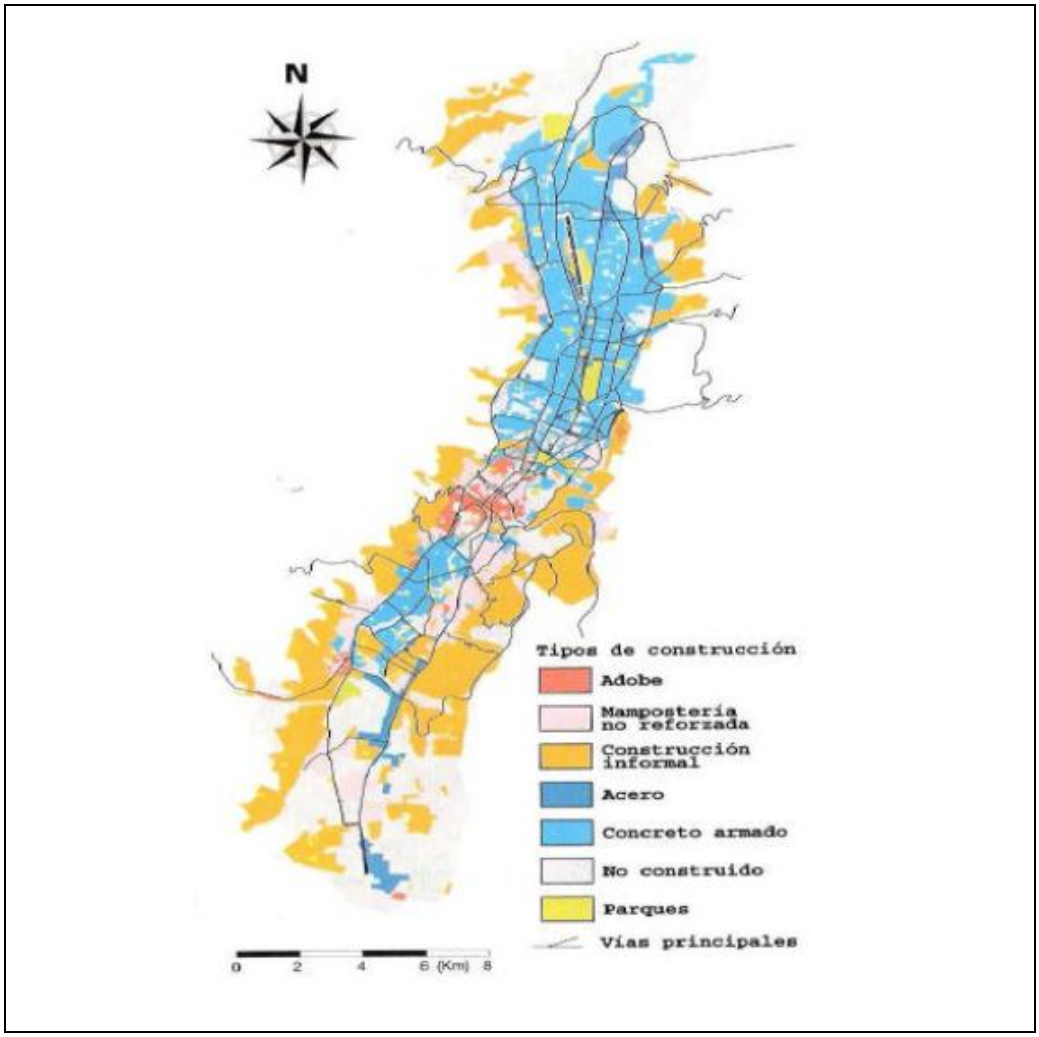
Fuente: Proyecto para el Manejo de Riesgo Sísmico de Quito / Municipio de Quito

2.2.1.3. CONSECUENCIAS

Es posible estimar el daño que provocarán cada uno de los sismos en las edificaciones e infraestructuras. Teniendo en cuenta que las edificaciones en Quito varían de sector a sector, se cuenta con un inventario de estructuras que existen en la ciudad según la estimación de su daño y en base a la vibración del suelo esperada, derrumbes, hundimientos del suelo, las rupturas superficiales y licuefacción que se podrían darse como resultado de un terremoto.

El comportamiento de las estructuras durante los terremotos no solo depende de la intensidad del movimiento del suelo, sino también de la edad, del material, del diseño, de la calidad de construcción y de las dimensiones de la estructura. Así por ejemplo, el comportamiento de un edificio de varios pisos de hormigón armado es diferente del de una edificación de uno solo piso construída con adobe. La clasificación de edificios se ha realizado considerando 15 tipos de construcciones entre ellas se tiene: adobe, mampostería (sin refuerzo en su mayoría), autoconstrucción (sin consideraciones de ingeniería), acero y hormigón armado. El gráfico siguiente muestra esta clasificación:

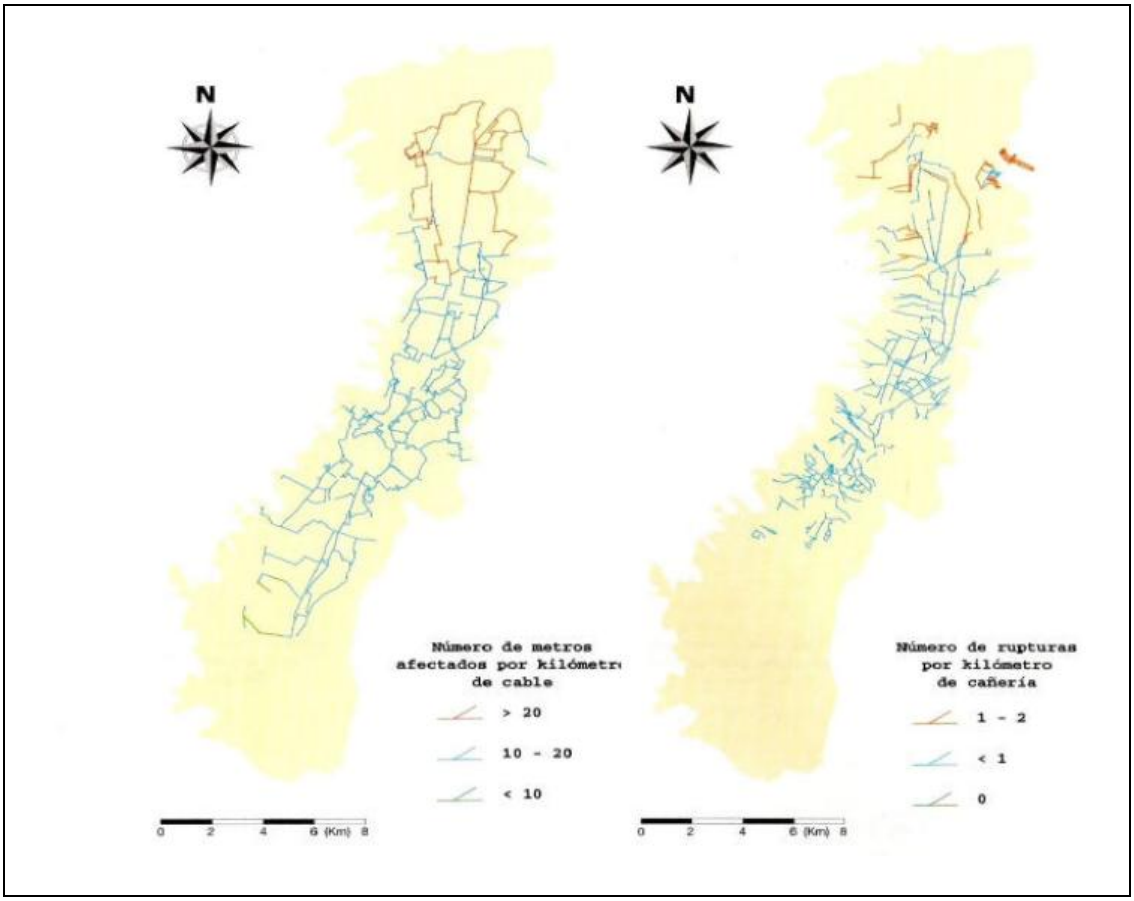
Gráfico N. 3: Tipos de Construcciones



Fuente: Proyecto para el Manejo de Riesgo Sísmico de Quito / Municipio de Quito

En base al proyecto de riesgo sísmico, se conoce que debido a la distancia entre los terremotos potenciales y la ciudad, no ocurrirían rupturas de suelo superficiales. Tampoco existe mayor probabilidad de que ocurran licuefacciones del suelo. Sin embargo, es necesario que se realicen mayores investigaciones para conocer la certeza de estos datos. Lo que si se puede asegurar es que los daños al alcantarillado, agua potable, energía eléctrica y telecomunicaciones se vería severamente afectado como se muestra en el gráfico N. 4:

Gráfico N. 4: Afectación al Sistema de Alcantarillado y Electricidad



Fuente: Proyecto para el Manejo de Riesgo Sísmico de Quito / Municipio de Quito

Conocer cuáles son las posibles consecuencias de un terremoto no asegura que se conoce las consecuencias precisas de todos los terremotos posibles, sin embargo sirven para utilizarlas en programas de planificación y preparación y en la concientización sobre el riesgo sísmico. Si lo que se pretende es reducir el impacto de un terremoto, en primer lugar se debe mejorar el conocimiento sobre el peligro sísmico que existe en Quito, segundo se debe crear conciencia sobre su riesgo sísmico tanto en Ecuador como internacionalmente, y por ultimo se deben diseñar programas que sean autosustentables para manejar dicho riesgo.

2.2.1.4. RECOMENDACIONES GENERALES PARA AFRONTAR UN TERREMOTO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Para afrontar un terremoto en el Distrito Metropolitano de Quito, el Proyecto de Riesgo Sísmico recomienda la creación de un consejo asesor para la seguridad sísmica en Quito, la determinación de la vulnerabilidad de edificios, infraestructura, equipo e instalaciones de atención emergente; el desarrollo de lineamientos para una construcción más segura; el mejoramiento de la planificación para emergencias y la preparación de planes de reconstrucción; el avance en la investigación social y científica. Dicho proyecto recomienda la elaboración de un código de construcción integral para asegurar que nuevas edificaciones puedan mantenerse de pie durante un terremoto, el diseño y la práctica de planes de respuesta de contingencia; la capacitación de los ciudadanos sobre seguridad en caso de terremotos y preparación para emergencias.

En si, en el Proyecto de Riesgo Sísmico se mencionan los siguientes seis pasos a tomarse para la preparación ante un terremoto, siendo recomendaciones para mejorar la seguridad de Quito, *estos son:*

1. Crear un consejo asesor para la Seguridad Sísmica en Quito
2. Adoptar un código de construcción eficaz y obligar a su cumplimiento.
3. Apoyar la investigación científica para evaluar en forma más precisa el riesgo sísmico de Quito.
4. Desarrollar un programa de preparación ante terremotos en los lugares de trabajo.
5. Mejorar el equipo y las instalaciones de los servicios de atención de emergencia.
6. Establecer lineamientos para la aplicación de adecuadas tarifas de seguros.

CAPÍTULO 3: PLAN DE RIESGOS

3.1. PLAN NACIONAL DE RIESGOS

El Ecuador es un país que está expuesto a altos riesgos naturales, por lo qué en el año 2001, nace la necesidad de COOPI (Italia) y OXFAM (Gran Bretaña), ambas organizaciones especializadas en estos temas, de crear un instrumento que permita establecer los riesgos a los cuales está expuesto el país. Esta necesidad se une al trabajo que venía realizando la Oficina de Planificación de la Presidencia con 10 años antes de anticipación.

Justamente esta zonificación es el instrumento que permite elaborar planes de prevención, mitigación y preparación ante los desastres, de modo que se pueda reducir la vulnerabilidad de la población afectada. En este punto es donde las organizaciones no gubernamentales pueden dar apoyo a las comunidades que se encuentran expuestas a estos peligros.

Este proyecto incluye una serie de mapas de peligro de origen natural, de modo que se facilite la selección de los sectores geográficos que tienen un alto grado de riesgo. Se identificaron 6 amenazas: terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, derrumbes y tsunamis, con lo cual se elaboraron los mapas de riesgo que son el producto final de este proyecto.

A partir de estos mapas y analizando también los riesgos antrópicos a los que está expuesto el país, este ha reaccionado de diferentes maneras y a través de varios organismos. Así por ejemplo, el Ministerio Coordinador de Seguridad Interna y Externa, como lo indica Senplades, está encargado de

liderar el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de riesgos para garantizar la protección de personas y colectividades de los efectos negativos de desastres de origen antrópico y natural, mediante la generación de políticas, estrategias y normas. Justamente coordinados por el Ministerio Coordinador de Seguridad existen algunos proyectos referentes a la prevención de riesgos recopilados en el Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. Entre estos proyectos se incluyen los siguientes:

TABLA N. 2: Proyectos para Promover la Seguridad en Ecuador

INSTITUCIÓN	PROYECTO	PROVINCIA
Dirección Nacional de la Policía Judicial	Proyecto para la Adquisición de Vehículos para las jefaturas, subjefaturas y unidades adscritas a la policía judicial a nivel nacional.	Nacional
Dirección Nacional de Salud de la Policía Nacional	Proyecto de Construcción año 2009 y equipamiento 2010 del Centro de Salud Centro Quitumbe.	Pichincha
Instituto Geográfico Militar	Actualización tecnológica del equipo de la división cartográfica, en lo referente al número de instalaciones de monitoreo continuo.	Pichincha
Instituto Geográfico Militar	Reconstrucción del Sistema de Alcantarillado Combinado del IGM	Pichincha
Secretaría Técnica Plan Ecuador	Bases para el ordenamiento territorial en la frontera norte.	Carchi Esmeraldas Sucumbíos
Ministerio de Defensa Nacional	Sistema de alerta de Tsunamis	El Oro, Guayas, Manabí, Santa Elena, Esmeraldas, Galápagos.
Ministerio de Defensa Nacional	Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima.	Nacional
Ministerio de Gobierno	Sistema de Apoyo a la Seguridad Ciudadana.	Pichincha
Ministerio Coordinador de Seguridad.	Ampliación de la red de conectividad y comunicaciones móviles de la Policía Nacional.	Nacional

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez
Fuente: Plan del Buen Vivir 2009-2013

Estos proyectos responden a necesidades que surgen de la existencia de riesgos antrópicos y naturales a los que se expone el país. La manera en que se lleva a cabo estos proyectos es a través de los gobiernos provinciales. Por ejemplo, en el diario El Telégrafo, publicado el 13 de diciembre del 2010, bajo el título de “Elaboran Plan de Riesgos”, se menciona que se realizó el segundo taller de prevención de riesgos, auspiciado por el Ministerio de Inclusión Económica y Social, con el fin de implementar medidas frente a la próxima temporada invernal, a dicho taller asistieron directores provinciales y grupos técnicos de Manabí, Guayas, Los Ríos, Bolívar, Galápagos, Santa Elena y Santo Domingo. El taller comprendía de un modelo que plantea programas y conceptos para optimizar recursos institucionales con criterio de prevención, anticipación y participación comunitaria. De esta manera el país ha ido creando planes para responder a las amenazas naturales y antrópicos que podrían ocurrir en el mismo. En este campo, aún falta mucho por hacer, ventajosamente en los últimos años el país ha sufrido fenómenos naturales que los ha sabido llevar de la mejor manera, sin embargo, cabe la pregunta si en realidad existe un Plan de Riesgos en caso de un desastre de magnitudes elevadas.

Según la información dada por José Manuel Vera, Coordinador de la Defensa Civil, no existe un plan de contingencia integral en Ecuador, lo que existe son planes específicos para ciertas provincias del país como por ejemplo:

- En la provincia de Tungurahua, el Ministerio de Salud Pública del Ecuador tiene planes de contingencia para lugares específicos como es Guano - Penipe, en una posible erupción del Volcán Tungurahua
- En Cuenca la Dirección Provincial de Salud, ha trabajado con el plan de contingencia frente a la influenza AH1N1.
- En Manta existe un plan de contingencia elaborado en el 2001 que busca coordinar unificadamente con los otros organismos de socorro las intervenciones en casos de emergencias, definir áreas seguras al interior del perímetro urbano y mecanismos de evacuación en la población.

3.2. PLAN PROVINCIAL DE RIESGOS

En Julio del 2007 se elaboró un Plan de Desarrollo Provincial de Pichincha, coordinado por SENPLADES. Este Plan cuenta con una matriz de sistematización de planes provinciales en el que se indican ciertos proyectos referentes a la prevención de riesgos a los cuales esté expuesta al Provincia.

El plan lleva por nombre “Estrategia de Desarrollo de Pichincha y Plan de Ordenamiento Territorial de Pichincha”, el organismo responsable tanto de su elaboración como de su ejecución es el Consejo Provincial de Pichincha. En una primera fase se cuenta con un plan de proyectos dirigidos a la

Estrategia de Desarrollo Provincial, cuyo objetivo es que hasta el año 2020 tener una provincia integrada socialmente, solidaria y equitativa, con un ambiente organizado, seguro y sano, de modo que se pueda bajar los índices de pobreza para enfocarse en mercados internacionales y nacionales. A continuación se presenta una tabla que recopila algunos de los proyectos planteados en esta fase, aunque no se encargan de mitigar riesgos, si se puede considerar que estos proyectos en cierta forma evitaran la aparición de riesgos especialmente antrópicos:

Tabla N. 3: Estrategia de Desarrollo de Pichincha

ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE PICHINCHA	
EJE BÁSICO	**PROYECTO**
Pichincha competitiva	Construcción del proyecto base de Pichincha en alianza con los principales agentes de desarrollo-agenda de competitividad.
	Red de zonas francas, parques industriales y tecnológicos.
	Accesibilidad a redes de información de apoyo a la producción.
	Seguridad ciudadana.
	Infraestructura, servicios básicos, equipamiento social, saneamiento ambiental.
	Sistema de gestión ambiental, inventario de recursos naturales, conservación de la biodiversidad, forestación y reforestación, prevención y control de la contaminación.

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez
Fuente: Plan de Desarrollo Provincial de Pichincha

En una segunda parte del documento se encuentra el Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pichincha, cuyo visión apunta al desarrollo competitivo y sustentable de su territorio, con altos niveles de salud y

educación de modo que se mitiguen los riesgos antrópicos, además que impulsa un desarrollo territorial en armonía con el medio ambiente, de modo que no se cause daños a la naturaleza previniendo posibles desastres naturales, por otra parte se encarga de identificar zonas de riesgo, o analizar posibles métodos de construcción que pueden ser llevados a cabo en función de las zonas sísmicas o zonas que pueden ser afectadas por inundaciones, en la siguiente tabla se muestra alguno de los proyectos que se están trabajando actualmente:

Tabla N. 4. Plan de Ordenamiento Territorial de Pichincha

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA 2007-2020	
EJE BÁSICO	**PROYECTO**
EJE ECONÓMICO	Propiciar la creación de reservorios domésticos de agua para regadío con participación comunitaria.
	Impulsar con los municipios la electrificación rural de la provincia.
	Optimizar el agua para riego mediante el manejo y revestimiento de canales, reservorios.
	Dotar de servicios básicos de apoyo al sector productivo.
	Formular y ejecutar el Plan Integral Provincial de Turismo en forma concertada con municipios y operadores turísticos.
	Aprovechar el recurso hídrico de la provincia para la generación de energía hidroeléctrica.
EJE SOCIAL	Atacar la pobreza interviniendo tres factores claves: bienestar económico, social y ambiental.
	Priorizar acciones dirigidas a disminuir el déficit de servicios y accesibilidad a zonas rurales.
	Priorizar el servicio de salud preventiva en la provincia.

EJE BÁSICO	PROYECTO
EJE SOCIAL	Investigar y proponer nuevos sistemas constructivos alternativos para vivienda popular y brindar asistencia técnica y capacitación.
	Ejecutar programas de eliminación de barreras arquitectónicas para facilitar el acceso de la población con discapacidad física a espacios públicos.
	Impulsar la Gestión de Riesgos natural y antrópico en la Provincia, en los diferentes niveles de gobierno.
EJE FISICO AMBIENTAL	Impulsar programas para el tratamiento de aguas residuales.
	Apoyar acciones integrales para fortalecer la preservación, recuperación y conservación ambiental.
	Detener la alteración, fragmentación y destrucción de hábitat y ecosistemas.
	Manejar de manera sustentable bosques nativos.
	Detener proceso de deforestación.
	Descontaminar y proteger los ríos de la provincia.
	Orientar el uso del suelo en base a su aptitud y vocación tomando como referencia la propuesta de zonificación futura.
	Proteger y preservar el área agrícola.
	Definir junto a los municipios de la provincia, áreas de expansión utbana en zonas seguras y de bajo riesgo.
	Elaborar y ejecutar el Plan de Gestión de Riesgos naturales y antrópicos de la Provincia.

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Fuente: Plan de Desarrollo Provincial de Pichincha

La provincia de Pichincha cuenta con planes ante los posibles riesgos tanto naturales como antrópicos, como se pudo ver el plan nacional propone algunos planes para esta provincia, mientras que el consejo Provincial de Pichincha se ha encargado de trabajar proyectos que puedan mitigar en su mayoría los riesgos antrópicos. Plan Nacional, Plan Provincial y el Plan de Ciudad que se presenta a continuación deben ser elaborados de tal manera que se tenga coherencia entre los mismos y no se deje de lado ningún punto. Aún falta mucho por hacer dentro de un “Plan de Riesgos Provincial”.

3.3. PLAN DE RIESGOS PARA LA CIUDAD

El Municipio de Quito no cuenta con un plan de contingencia integral para enfrentar un sismo como el de Chile, así lo reconoce Ricardo Peñaherrera, coordinador del Programa de Gestión de Riesgos de la Alcaldía. Es importante mencionar que gracias al alcalde Augusto Barrera se ha hecho un estudio, el cual tiene como objetivo comenzar un Programa de Gestión de Riesgos que analice cuanto está preparado nuestra ciudad para un sismo y así emprender un plan de contingencia para Quito y principalmente para los sitios más vulnerables.

Las cifras sobre la capacidad de las edificaciones de Quito para resistir un sismo de gran intensidad no son alentadoras. Se dice que nuestra ciudad es un 60% vulnerable según El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); y para La Cámara de la Construcción de Quito los dos tercios de las viviendas no estarían en condiciones de soportar un fuerte terremoto. Por otro lado, el alcalde Augusto Barrera habla de 80 barrios considerados de alto riesgo frente a sismos. Según Peñaherrera no hay control de calidad ni seguridad en las construcciones de la ciudad, la falta de estudios impiden llegar a concluir las bases para precisar que barrios son vulnerables. El último estudio de sismos sobre Quito es de 1994. La proyección frente a un posible sismo de 7,3 grados de magnitud, dio un margen de un 20% de daños en construcción.

Quito es vulnerable a desastres naturales siendo el de mayor probabilidad de ocurrencia un sismo. Actualmente no se encuentra preparado para un terremoto de la intensidad del ocurrido en Puerto Príncipe, Haití. Esto ha

conllevado a la reacción de las autoridades, quienes han decidido emprender acciones preventivas, de modo que se ha elaborado el “Plan de Reducción del Riesgo Sísmico en el Distrito Metropolitano”. El objetivo principal de este plan es reducir el riesgo, implementando una gestión prospectiva, correctiva y reactiva.

Dentro del Plan de Riesgos para Quito, se puede mencionar que este cuenta con un listado de acciones a ser llevadas a cabo. Entre las primeras está la revisión del estado de las construcciones, además de una evaluación de la situación de los barrios informales y una aplicación de códigos actualizados de construcción para las nuevas edificaciones.

Actualmente el Municipio se encuentra evaluando la situación de los barrios informales y de alto riesgo, estos llegan a ser alrededor de 400 en todo el distrito. Sus condiciones constructivas y su ubicación los sitúan entre los barrios más vulnerables a catástrofes naturales. Parte de esta evaluación consistirá en medir la vulnerabilidad física de los servicios básicos de estos barrios. Los métodos constructivos pueden ser la causa de un desastre mayor en caso de darse un sismo o un desastre natural de cualquier índole, es por esto que el Municipio ha decidido aplicar nuevos códigos de construcción actualizados para las edificaciones con el fin de reforzar las estructuras vulnerables existentes.

Otro punto en el cual se está trabajando es la evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones esenciales como son: Hospitales, estaciones de bomberos, escuelas, edificios públicos críticos, entre otros, así también como campañas

públicas y escolares para dar información referente a los sismos y la preparación que se requiere para un plan de emergencia escolar.

Se estima que en el transcurso del año 2011 el Municipio coordine un simulacro de evacuación y emergencia a nivel de ciudad, por ahora se encuentra realizando simulacros en instituciones educativas y en ciertos barrios. Las medidas que se tomen en un simulacro son responsabilidad de toda la población por lo que no es una tarea fácil, pero es debe llevarse a cabo lo más pronto posible. El Municipio debería ser quien coordine los planes de contingencia en todos los establecimientos educativos tanto particulares como públicos de tal forma que se pueda tomar medidas globales. Sin embargo, existen ciertos lineamientos básicos que deben ser considerados, y en función de estos la Universidad Católica presenta su Plan de Riesgos Institucional, el cual servirá de base para llevar a cabo el Plan de Riesgos para la Facultad de Ingeniería.

3.4. PLAN DE RIESGOS PUCE

Para llegar a saber qué planes de contingencia tiene o ha elaborado la Pontifica Universidad Católica del Ecuador en los últimos años es importante citar primero, según los registros del Área de Gestión de Riesgos de la Universidad, algunas gestiones que han ayudado principalmente a implementar acciones en el área de gestión de Riesgos y Salud ocupacional:

1. ***Intervención del área de Gestión de Riesgos y salud ocupacional sobre pedidos de equipos de protección para el personal de la PUCE***

Consiste en la adquisición de vestimenta y herramientas que llegan a la oficina de Gestión de riesgos para un posterior análisis de estas adquisiciones, para concluir si cumplen con los estándares de calidad, sin embargo no existe una normativa específica.

2. Se llega a un convenio de cooperación interinstitucional entre la PUCE y la Corporación Gestión Ecuador

En 2008 se contrató un estudio con la Corporación Gestión Ecuador cuyo producto el "Diseño del Plan de Inserción Integral de Personas con Discapacidad en la Comunidad Universitaria".

3. Apoyo para la elaboración y aprobación del reglamento de Seguridad y Salud del CESAQ

Mediante la intervención de la DIRH y contando con asesoría externa, se brindó apoyo técnico al CESAQ en su desempeño de disponer de un reglamento de seguridad salud por requerimiento de sus clientes. El proyecto consistió en la readecuación del proyecto de reglamento para ajustarlo a la metodología y condiciones establecidas por el Ministerio de Relaciones Laborales. Actualmente el documento lleva la firma autorizada de responsabilidad y se encuentra ingresado en el ministerio.

4. Plan Local para el control de Emergencias

Este plan de emergencias es exclusivo para la "torre 2" de la PUCE. La universidad dispone de diferentes edificios de diferentes características y antigüedad, por lo que los planes deben ser elaborados para cada edificio. Debido a que la PUCE no cuenta todavía con una Política y reglamento de seguridad y Salud ocupacional formalmente aprobados, dicho plan solo

puede considerarse un borrador. Para que este plan este operativo, este debe ser actualizado, aprobado y socializado principalmente en todos los usuarios permanentes del edificio. El borrador cuenta con todos los puntos metodológicos para la elaboración de un plan de emergencias.

5. Sistematización y digitalización de todo tipo de riesgos.

Involucra el diseño, administración y mantenimiento de aplicaciones informáticas para la recolección, ordenamiento y análisis de los datos generados en materia de riesgos.

6. Plan de Comunicación Organizacional

Implica el desarrollo de una metodología adaptada a la realidad de la PUCE, con documentos y herramientas comunicativas destinadas a crear conciencia sobre temas de seguridad industrial, prevención de riesgos y salud ocupacional.

CAPÍTULO 4: MARCO LEGAL Y JURÍDICO

4.1. NORMATIVAS DE RIESGOS

4.1.1. MARCO CONSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

Dado que el artículo 390 de la nueva constitución expedida en el 2008, descrita en el anexo N. 1, se menciona que el marco constitucional obliga a los actores de la gestión de riesgos (empresas públicas y privadas) a asumir la responsabilidad de mejorar sus esfuerzos para reducir los riesgos existentes, esto quiere decir que es responsabilidad de la institución: "Pontificia Universidad Católica del Ecuador", el hecho de elaborar un plan de contingencia, desarrollar capacidades e integrar mejor sus esfuerzos para reducir los riesgos en los diferentes campos de su actividad.

Así mismo en el artículo 389, nos dice que no solo es necesario identificar los riesgos existentes sino también difundir correctamente y socializar la información necesaria para reducir los riesgos en los diferentes campos de su actividad.

De esta manera, hemos centrado esta disertación de tesis para analizar los riesgos existentes en el nuevo edificio de Ingeniería y en el Laboratorio de Suelos y Resistencia de materiales, analizando cada área y cada sector de las dos edificaciones, identificando las aéreas más vulnerables, y de acuerdo a esto, dar y recomendar un posible plan de contingencia, que será entregado al departamento de gestión de riesgos de la Pontificia Universidad del Ecuador, para que después de ser legalizado, sea socializado y difundido bajo recursos de la Universidad como dice la constitución en su artículo 390.

4.1.2. NORMATIVAS DE RIESGOS

Para analizar los riesgos existentes en el edificio de Ingeniería y del Laboratorio de Suelos y Resistencia de materiales, se tiene una matriz de riesgos generalizada, elaborada por el área de gestión de riesgos de la Universidad donde se toman en cuentan todos los riesgos naturales y antrópicos que se pueden producir en una edificación.

Sin embargo a continuación dejamos planteadas tanto la norma contra incendios y seguridad industrial ya que, si posteriormente se desea hacer un análisis más profundizado y especifico de acuerdo a estas normas, solo habría que elaborar una matriz específica de cada una de estas normas y analizar cada área y sector del edificio como se hará en este caso con la matriz de riesgos propuesta.

Uno de los riesgos más fuertes e importantes de considerar, no solo en nuestra universidad sino en cualquier institución y edificación, son los incendios y todo aquello que el fuego puede acarrear, ya que es el riesgo más probable de ocurrir; por este motivo se va a analizar: El Reglamento de Prevención y protección contra incendios para el distrito metropolitano de Quito, en concordancia con la Ley de Defensa contra incendios.

Este Reglamento aplica según el artículo 123 de la Ley contra incendios, Para toda edificación de más de 4 pisos, que alberguen más de 25 personas como es el caso del nuevo edificio de Ingeniería, y/o también para edificaciones nuevas o existentes que estén dedicadas al comercio o industria como es el caso del laboratorio de Resistencia de materiales y Mecánica de suelos.

De esta manera vamos a analizar, mediante matrices de riesgos, las dos edificaciones según este reglamento, cuales son los sectores más propensos a encenderse en un posible incendio, y así mismo que sectores son menos propensos a ser evacuados.

En la actualidad, la salud y seguridad en el trabajo es una preocupación importante de compañías no sólo en sectores críticos tales como petróleo y gas, minería y construcción, sino también en sectores considerados como seguros como los de alimentos y servicios en general.

Los accidentes importantes con gran cobertura en la prensa son sólo la punta del iceberg: según información prestada por el área de gestión de riesgos de la PUCE; cada 20 horas 250 personas mueren como consecuencia de accidentes y enfermedades laborales. Es como si se estrellara cada hora un Boeing 747-400.

Por otra parte, la inversión en salud y seguridad en el trabajo no es simplemente una tendencia de la responsabilidad social sino que además se ha demostrado que es una inversión sensata, no simplemente para conservar la salud de los empleados sino además para que la compañía los mantenga plenamente productivos y motivados y los conserve. También reduce los accidentes, el absentismo y otros problemas con unos costes directos e indirectos incalculables.

4.1.3. REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

A continuación se analizará el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, no solamente en el laboratorio donde se tiene gente trabajando constantemente, sino también en el edificio nuevo de Ingeniería, donde al igual que profesores y autoridades, hay gente de limpieza y seguridad trabajando, dando así la autoridad de aplicar el reglamento, el cual en el artículo 1 del **REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO,** adjunto en el anexo N.2.**,** dice que se aplica a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo.

La intención de analizar este reglamento, es poder llegar a detectar algunas falencias, en caso de existir, que tendrán como objetivo minimizar los riesgos existentes y eliminar o disminuir los mismos, a si mismo mejorar el ambiente de trabajo. Es importante mencionar que se analizaran solamente las normas y reglamentos que pueden ser aplicables al tipo de trabajo desarrollado tanto en el edificio como en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería, en la siguiente tabla se indica el artículo al lado izquierdo y al derecho su análisis realizado en el edificio de Ingeniería, solo se han tomado los puntos más considerables:

TABLA N. 5: Análisis de Reglamentos Constructivos para el Edificio de Ingeniería

REGLAMENTO	OBSERVACIONES
Art.21. SEGURIDAD ESTRUCTURAL. Todos los edificios serán de construcción sólida. Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente.	Como se verá en el análisis de la estructura del edificio de Ingeniería, éste fue construido de tal forma que cuenta con las características físicas y estructurales adecuadas para soportar las cargas a las que puede estar sometido.
Art. 24. PASILLOS. La separación entre máquinas u otros aparatos, no será menor a 800 milímetros, señalizada con pintura. Los corredores se mantendrán libres de obstáculos.	En el anexo N. 3 , se muestran fotografías en las cuales se puede constatar la distancia entre máquinas del laboratorio y la línea de seguridad es de 60cm, así también como la franja que los rodea de modo que los visitantes del laboratorio no traspasen la línea y corran peligro.
Art. 26. ESCALERAS FIJAS Y DE SERVICIO. Ninguna escalera debe tener más de 2,70 metros de altura de una plataforma de descanso a otra. Las escaleras tendrán al menos 900 milímetros de ancho y estarán libres de todo obstáculo	Como se muestra en el anexo N. 4 las escaleras con las que cuenta el edificio de Ingeniería cumplen con las condiciones impuestas por el artículo 26.
REGLAMENTO	**OBSERVACIONES**
Art. 33. PUERTAS Y SALIDAS. Las salidas y puertas exteriores tendrán acceso señalizado, serán suficientes en número y anchura, no se permitirán obstáculos que interfieran . Su ancho mínimo será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200. Se procurará que las puertas abran hacia el exterior.	Las puertas de salida del Edificio de Ingeniería cumplen con los requisitos y se comprobó que su apertura es hacia afuera, sin embargo se debe tener en cuenta que las puertas de salida de los cubículos de profesores y laboratorios permanecen cerradas y pueden ser abiertas únicamente con una tarjeta, lo cual en caso de emergencia pone en riesgo la vida de los ocupantes muestran en el anexo N.5.
Art. 46. SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS Los centros de trabajo dispondrán de un botiquín de emergencia para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores. Si el centro tuviera 25 o más trabajadores simultáneos, dispondrá además, de un local destinado a enfermería.	La Facultad de Ingeniería de por si no cuenta con un centro de enfermería, sin embargo se tiene acceso al Centro Médico de la Universidad. Además que en laboratorios si se cuenta con el botiquín adecuadamente instalado.

Elaborado por: Luis Francisco Vaca y Sergio Vásconez

CAPÍTULO 5: CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

5.1. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

La construcción del edificio de ingeniería se inicio en el año 2005 debido a que el espacio existente para los estudiantes en ese tiempo era insuficiente, al construir el nuevo edificio también se intentó dar más comodidad al personal docente y administrativo de la facultad de Ingeniería.

Como lo menciona el Arquitecto Fernando Valencia, la idea principal era construir un edificio inteligente. Se diseñaron claraboyas y ductos en cada piso para que la luminosidad sea la adecuada para cumplir los objetivos de la facultad. Una de las falencias, de la antigua estructura de la Facultad de Ingeniería, era el frío y la exposición a la lluvia, de la cual eran víctimas los estudiantes, es por esto que se buscó con la nueva estructura que exista una temperatura adecuada.

La Facultad de Ingeniería cuenta con dos edificios, construidos uno alado del otro separados apenas por una junta de construcción.

Uno de los bloques está diseñado con un giro de 15º respecto a su eje con la intención de evitar espacios muertos. Ambos bloques se comunican internamente por ocho niveles: subsuelo, planta baja y seis niveles, mediante gradas que ocupan una área de 25m^2 en cada piso, y por un

sistema dobles de ascensores de 9,25m^2 por piso; los cuales ocupan el espacio donde se encuentran los diafragmas estructurales de uno de los edificios.

El área de construcción está alrededor de 8000 m2 y una altura de 30,95 m desde el nivel del subsuelo, distribuidos en ocho pisos. Su construcción es de hormigón armado y una altura entre piso de 3,40m, lo cual permite una mayor ventilación. Se trató de ampliar las áreas de circulación, por lo cual los pasillos y las gradas son áreas suficientemente grandes que permiten la circulación de los visitantes al edificio en ambas direcciones.

Los acabados del Edificio de Ingeniería son los siguientes:

- Las ventanas son de marco de aluminio al igual que las divisiones de los cubículos de profesores.
- Las puertas de oficinas y aulas son de madera.
- El piso es de porcelanato antideslizante.
- Las paredes están en su totalidad enlucidas y pintadas.
- Para las instalaciones eléctricas se tomó en cuenta un sistema por ductos que son visibles parcialmente en el edificio, estos ductos se ubican por los pasillos, así, este sistema ha facilitado posteriores instalaciones.
- Los baños se han ubicado en lugares apropiados para estudiantes y docentes de modo que no se perjudique el ambiente de trabajo.
- Las aulas no son homogéneas, es decir pueden ser utilizadas según el número de alumnos que existan por materia siendo asignadas de

este modo. Se cuidó, al construir las aulas, que los pizarrones se ubiquen de acuerdo a la salida y puesta del sol con el fin de evitar sombras y brillos a los estudiantes. Las aulas cuentan con persianas para hacerlas útiles en el caso de requerir el uso de retroproyectores o videos y finalmente los pupitres son mesas dobles, esto cumple con el fin de no desperdiciar espacios.

Una lograda integración y comunicación, con aislación térmica, aire acondicionado frío - calor, da la sensación de circular por el interior de un gran edificio, sin percibir el tránsito de uno a otro.

Los criterios tenidos en cuenta, además de la calidad constructiva, han sido la funcionalidad, elasticidad, y una adecuada inserción de los edificios. Así, ello permite que todo el subsuelo pueda destinarse a las actividades de posgrado y extensión, la planta baja a servicios y circulación, y desde el primer piso hacia arriba, a las actividades de grado, logrando un excelente funcionamiento y un óptimo aprovechamiento de espacios. Un claro ejemplo de la integración entre criterios de funcionalidad y planeamiento educativo es el edificio donde se encuentra la Biblioteca Central, inaugurado en el mes de septiembre de 2008. En este moderno edificio de 5000 m2, la Biblioteca ocupa y se distribuye en 5 pisos y 3260 m2 de uso exclusivo.

Para la definición de las necesidades de espacio y tecnología de la misma se tuvieron en cuenta estándares internaciones que relacionan indicadores como el número de alumnos y docentes de la Universidad, o la relación de

metros cuadrados del edificio de la Biblioteca con el total de los edificios de la Universidad. Específicamente se aplicó el Estándar de la Red Española de Bibliotecas Universitarias (REBIUN).

Esta misma construcción cuenta en el subsuelo, con un salón de usos múltiples con capacidad para 500 personas, además de otras aulas y espacios de apoyo para el desarrollo de actividades académicas, de investigación y de extensión y que hoy ya forman parte del Centro de Convenciones de la UCA en Rosario.

5.2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

El Edificio de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador consiste en dos bloques con estructuras independientes. El primer bloque comprende un subsuelo para estacionamiento vehicular; una planta baja, 5 plantas altas, y una terraza accesible. La forma del bloque uno es rectangular de un área aproximada de 770 m2. El segundo bloque comprende un subsuelo, una planta baja y 5 plantas altas, además este bloque se complementa con ducto para ascensor, gradas, cisterna subterránea y cuarto de máquinas. A diferencia del bloque 1, la forma del bloque 2 es irregular semejante a un segmento circular.

En términos generales dentro del bloque 1 y del bloque 2 tenemos alturas entre pisos de 2.8 m. y de separación ente ejes de columnas que varían entre 5 hasta 8 m.

La estructura de hormigón armado consiste en un sistema aporticado formado por vigas descolgadas que varían de 40 x 40 cm hasta 40 x 90cm. Las columnas tienen secciones rectangulares, en su mayoría de 65 x 60cm.

Las losas son nervadas, bidireccionales, de 30 cm de espesor y aligeradas con polietileno expandido, de un tamaño estándar de 60 x 60cm. y los nervios tienen 15 cm de ancho.

La cimentación consiste en plintos combinados y aislados de planta rectangular, por otra parte se tiene dentro del bloque 2 una losa de cimentación con vigas bajo el ducto de ascensores.

En el contorno de la excavación se construyó muros de contención cuya altura depende de las cotas del terreno y de la profundidad de los subsuelos.

En el tramo posterior y en los costados laterales existen condiciones de adosamiento con edificaciones vecinas que fueron evaluadas durante el proceso de excavación a fin de definir el procedimiento constructivo y el diseño definitivo de los sistemas de soporte vertical y de contención en dichos adosamientos.

Para el diseño de cimentación y muros de contención se cumplieron con las recomendaciones del Estudio de Suelos, en el cual se obtuvo un q admisible del suelo de 20T/m^2.

5.2.1. Solicitaciones

De conformidad con el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC INEN 93), se consideraron para el análisis estructural las cargas de peso propio y la carga viva de uso de aulas y laboratorios.

Tabla N. 6: Peso de Materiales

MATERIAL	PESO
Hormigón Simple	2200kg/m^3
Hormigón Armado	2400kg/m^3
Mampostería de Bloque	1500kg/m^3
Masillado y Enlucidos	2200kg/m^3

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 7: Sobrecargas

SOBRECARGAS	PESO
Oficinas, Auditorios	200-500kg/m^2
Gradas	400kg/m^2
Terrazas Accesibles	200kg/m^2

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

La solicitación sísmica fue valorada y manejada con la normativa CEC-INEN.

5.2.2. MATERIALES

Las propiedades mecánicas de los materiales especificados para la construcción son:

a) **Hormigón simple,** el hormigón simple en replantillos y obran en hormigón ciclópeo tiene una resistencia de f'c = 140 kg/cm^2.

b) Hormigón estructural, utilizado en plintos, muros de contención, cisterna, cadenas, columnas, vigas, muro de corte, losas, gradas y otros similares tiene una resistencia de f'c = 250 kg/cm2

c) Refuerzo: En el caso del refuerzo se tienen las siguientes especificaciones:

- Varilla milimetrada y corrugada f'c = 4200 kg/cm2
- Malla Electrosoldada f'c = 5000 kg/cm2

5.2.3. Evaluación Sísmica del Edificio de Ingeniería

Al realizar una evaluación sísmica de la estructura del edificio, lo que se espera, es que el edificio de ingeniería cumpla con los niveles de desempeño adecuados tanto para la ocupación inmediata IO y la seguridad de la vida LS. El siguiente análisis está basado en el documento ASCE 31-03 "Seismic Evaluation for Existing Buildings" aprobada por la norma nacionales de los Estados Unidos.

Para cubrir los objetivos del presente trabajo, se utilizará Listas de Chequeo Estructural, de modo que se tenga una idea general de las falencias del edificio en caso de existir un sismo de grado considerable. Antes de acceder a las listas de chequeo, se clasificará al Edificio de Ingeniería según su ubicación, uso, tipo de lista de chequeo a utilizarse.

5.2.3.1. Clasificación del Edificio de Ingeniería

5.2.3.1.1. Según Nivel de Sismicidad:

El nivel de sismicidad es determinado en función de los valores de las aceleraciones máximas registradas en la zona y del tipo de suelo encontrado en el sitio de construcción. La tabla siguiente muestra esta clasificación:

Tabla N. 8: Clasificación según Nivel de Sismicidad

Nivel de sismicidad	S_{DS}	S_{D1}
Baja	<0.167g	<0.067g
Moderada	>0.167g <0.500g	>0.067g <0.200g
Alta	>0.500g	>0.200g

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez
Tomado de: Seismic Evaluation of Existing Buildings (2003)

Donde S_{DS} es el parámetro de aceleración del espectro de respuesta de diseño para períodos cortos y S_{D1} es el parámetro de aceleración del espectro de diseño para un período de 1 segundo.

En el caso del edificio de la Facultad de Ingeniería se ha clasificado como Alta Sismicidad.

5.2.3.1.2. Según Uso del edificio

Tabla N. 9: Clasificación de Edificios Según su Uso

Grupos	Características
Grupo I	Este grupo incluye aquellos edificios que no están incluidos en los grupos II, IIIH, IIE.
Grupo II	Edificios que constituyen un potencial peligro público debido a la gran ocupación o uso del edificio
Grupo IIH	Edificios que contienen cuantías importantes de elementos o substancias peligrosas, que puedan causar daño a la salud pública.
Grupo IIIE	Edificios esenciales que son requeridos para una ocupación post-sísmica inmediata, y es absolutamente esencial que continúen sus funciones.

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez
Tomado de: Sismic Evaluation of Existing Buildings (2003)

En el caso del edifico de Ingeniería este se clasifica dentro del Grupo I.

5.2.3.1.3. Según Tipos de edificios

- **Tipo C1:** En este grupo se incluyen estructuras que constan de sistemas de vigas y columnas de hormigón armado que soportan losas de una o dos direcciones; las fuerzas laterales se resisten por la unión monolítica entre viga y columna.
- **Tipo C2:** Las estructuras de este grupo, que consisten en un sistema de pórticos de hormigón armado donde se incluyen muros de corte que resisten las fuerzas laterales.

En el caso de la Facultad de Ingeniería, se tiene que es una combinación de tipo C1 para el bloque 1 y tipo C2 para el bloque 2.

5.2.3.1.4. Según Lista de Chequeo a Utilizarse

Para seleccionar la lista de chequeo es necesario tener en cuenta el siguiente cuadro:

Tabla N. 10: Elección de Lista de Chequeo a Utilizarse

Región Sísmica	Nivel de desempeño	Listas de Chequeo Requeridas	
		Estructural Básica	Estructural Suplementaria
Moderada	LS	X	
	IO	X	X
Alta	LS	X	X
	IO	X	X

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez
Tomado de: Seismic Evaluation of Existing Buildings (2003)

En este caso por lo mencionado anteriormente, se trabajará únicamente con la lista de chequeo básica.

5.2.3.2. Evaluación Sísmica para el Edificio de Ingeniería.

5.2.3.2.1. Edificio Tipo C1.

A continuación se listan los puntos a considerarse en la lista de chequeo estructural básico obtenida del Seismic Evaluation of Existing Buildings (2003):

Tabla N. 11: Lista de Chequeo Estructural Básica para Edificios Tipo C1

LISTA DE CHEQUEO ESTRUCTURAL BÁSICA PARA EDIFICIOS TIPO C1			
Sistemas Generales de Edificios			
C	NC	N/A	CONTINUIDAD DE CARGA: La estructura debe contener por lo menos un camino completo para que la carga debida a efectos sísmicos, en cualquier, dirección horizontal sea transmitida a la cimentación, para el nivel de desempeño LS. ***La estructura del edificio consiste de pórticos y muros de hormigón que están correctamente unidos hasta la cimentación.***
C	NC	N/A	EDIFICIOS ADYACENTES: Un edificio adyacente no debe estar ubicado a una distancia menor que 4% la altura del edificio de mayor altura, para el nivel de desempeño LS e IO. ***Cumple, en el caso que se considere ambos bloques como un solo edificio.***
C	NC	***N/A***	MEZANINES: Este nivel interior debe estar arriostrado apropiada e independientemente de la estructura principal, o arriostrado a elementos de la estructura principal. ***Este edificio no posee mezanines***
C	NC	N/A	PISO DEBIL: La resistencia de un sistema resistente-a-fuerza-lateral en cualquier piso no debe ser menor que el 80% de la resistencia en pisos adyacentes arriba o abajo del piso en consideración, para el nivel de desempeño LS e IO. ***Debido a que no existe diferencias apreciables en las dimensiones y el número de columnas en toda la altura del edificio, se considera que cumple con este requisito.***
C	NC	N/A	PISO BLANDO: La rigidez de un sistema resistente-a-fuerza-lateral en cualquier piso no debe ser menor que el 70% de la rigidez en pisos adyacentes arriba o abajo, ni menor que el 80% de la rigidez promedio de los 3 pisos adyacentes arriba o abajo, para el nivel de desempeño LS e IO. ***No existe variación considerable ni en la altura entre pisos del edificio ni en las dimensiones de las columnas y por lo tanto tampoco habrá variación en sus rigideces.***

LISTA DE CHEQUEO ESTRUCTURAL BÁSICA PARA EDIFICIOS TIPO C1			
C	NC	N/A	GEOMETRÍA: No debe existir cambios en las dimensiones horizontales de los sistemas resistentes-a-fuerza-lateral de más del 30%, entre pisos adyacentes, para el nivel de desempeño LS e IO, se excluyen pent-houses de un piso y mezanines. ***No existe variación considerable en las dimensiones de las columnas.***
C	NC	N/A	DISCONTINUIDADES VERTICALES: Todos los elementos verticales en el sistema resistente-a-fuerza-lateral deben ser continuos hasta la cimentación. ***Si cumple porque los elementos verticales están correctamente unidos hasta la cimentación.***
C	NC	N/A	MASA: No debe haber cambios de masa entre pisos adyacentes, de más del 50%, para el nivel de desempeño LS e IO. Se excluye penthouses y mezanines. ***La masa de ninguna planta excede el 50% de la masa de la planta superior o inferior.***
C	NC	N/A	TORSION: La distancia entre el centro de masas y el centro de rigideces, de un piso, debe ser menor que el 20% del ancho del edificio en cualquier dirección en planta, para el nivel de desempeño LS e IO. ***Cumple adecuadamente con este requisito.***
C	NC	N/A	DESGASTE DEL HORMIGÓN: No debe haber desgaste visible del hormigón o del acero de refuerzo en ninguno de los elementos verticales resistentes-a-fuerza-lateral. ***El hormigón no presenta ningún tipo de desgaste visible, motivo por el cual se asume que el acero de refuerzo se encuentra en buen estado.***
C	NC	N/A	REDUNDANCIA: El número de líneas de pórticos en cada dirección principal debe ser igual o mayor a dos, para el nivel de desempeños LS e IO. El número de vanos en cada línea de pórticos debe ser igual o mayor a dos, para el nivel de desempeño LS y tres para el nivel de desempeño IO. ***Si cumple, debido a que en el sentido X tiene cuatro pórticos y en el sentido Y tiene tres pórticos.***
C	***NC***	N/A	MAMPOSTERÍA NO AISLADA: Toda la mampostería colocada en pórticos debe ser aislada de los elementos estructurales. ***Cumple parcialmente con este requisito.***
C	NC	N/A	CHEQUEO DEL ESFUERZO CORTANTE: El esfuerzo cortante en columnas de hormigón calculado usando el procedimiento de Chequeos Rápidos, debe ser menor que el mayor de 7kg/cm^2 o 0.53(f`c)^(1/2)kg/cm^2, para el nivel de desempeño LS e IO.
C	NC	N/A	CHEQUEO DEL ESFUERZO AXIAL: El esfuerzo axial debido a cargas gravitacionales en columnas sujetas a fuerzas de volcamiento, debe ser menor que 0.10f`c para el nivel de desempeño LS e IO. Alternativamente el esfuerzo axial debido a fuerzas de volcamiento solamente, calculado usando el procedimiento de Chequeos Rápidos, debe ser menor que 0.30f`c para el nivel de desempeño LS e IO.

Conexiones			
C	NC	N/A	COLUMNAS DE HORMIGÓN: Todas las columnas de hormigón deben estar apropiadamente ancladas dentro de la cimentación para el nivel de desempeño LS y la conexión debe poder desarrollar la capacidad a tensión de la columna del sistema resistente-a-fuerza-lateral para un nivel de desempeño IO. ***Todas las columnas llegan correctamente hacia la cimentación, ya sea con plintos aislados o plintos combinados.***

5.2.3.2.2. Edificio Tipo C2

Para el segundo bloque, se realiza la lista de chequeo C2, realizando las mismas consideraciones hechas para el caso anterior (Tipo C1) se ha llegado a la siguiente calificación cualitativa, de igual manera la lista ha sido obtenida de Seismic Evaluation of Existing Buildings (2003):

Tabla N. 12 : Lista de Chequeo Estructural Básica para Edificios Tipo C2

LISTA DE CHEQUEO ESTRUCTURAL BÁSICA PARA EDIFICIOS TIPO C2			
Sistemas Generales de Edificios			
C	NC	N/A	CONTINUIDAD DE CARGA: La estructura debe contener por lo menos un camino completo para que la carga debida a efectos sísmicos, en cualquier, dirección horizontal sea transmitida a la cimentación, para el nivel de desempeño LS.
C	NC	N/A	PISO DEBIL: La resistencia de un sistema resistente-a-fuerza-lateral en cualquier piso no debe ser menor que el 80% de la resistencia en pisos adyacentes arriba o abajo del piso en consideraicón, para el nivel de desempeño LS e IO.
C	NC	***N/A***	MEZANINES: Este nivel interior debe estar arriostrado apropiada e independientemente de la estructura principal, o arriostrado apropiadamente a elementos de la estructura principal.
C	NC	N/A	PISO BLANDO: La rigidez de un sistema resistente-a-fuerza-lateral en cualquier piso no debe ser menor que el 70% de la rigidez en pisos adyacentes arriba o abajo, ni menor que el 80% de la rigidez promedio de los 3 pisos adyacentes arri ba o abajo, para e
C	NC	N/A	GEOMETRÍA: No debe exitir cambios en las dimensiones horizontales de los sistemas resistentes-a-fuerza-lateral de más del 30%, entre pisos adyacentes, para el nivel de desempeño LS e IO, se excluyen pent-houses de un piso y mezanines.
C	NC	N/A	DISCONTINUIDADES VERTICALES: Todos los elementos verticales en el sistema resistente-a-fuerza-lateral deben ser continuos hasta la cimentación.

LISTA DE CHEQUEO ESTRUCTURAL BÁSICA PARA EDIFICIOS TIPO C2			
C	NC	N/A	MASA: No debe haber cambios de masa entre pisos adyacentes, de más del 50%, para el nivel de desempeño LS e IO. Se excluye penthouses y mezanines.
C	***NC***	N/A	TORSION: La distancia entre el centro de masas y el centro de rigideces, de un piso, debe ser menor que el 20% del ancho del edificio en cualquier dirección en planta, para el nivel de desempeño LS e IO.
C	NC	N/A	DESGASTE DEL HORMIGÓN: No debe haber desgaste visible del hormigón o del acero de refuerzo en ninguno de los elementos verticales resistentes-a-fuerza-lateral.
C	NC	N/A	GRIETAS EN MUROS: Todas las grietas existentes en muros de corte deben ser menores que 1/8" (3mm) para el nivel LS y 1/16"(2mm) para el nivel IO y no deben estar concentradas en una sola zona, ni deben formar un patrón en forma de X.
Sistema Resistente-a-Fuerza-Lateral			
C	NC	***N/A***	PORTICOS COMPLETOS: Los pórticos de hormigón que son clasificados como elementos secundarios deben formar un sistema completo de transmisión de carga vertical.
C	NC	N/A	REDUNDANCIA: El número de líneas de muros de corte en cada dirección principal debe ser igual o mayor a dos, para el nivel de desempeño LS e IO.
C	NC	N/A	CHEQUEO DEL ESFUERZO CORTANTE: El esfuerzo cortante en columnas de hormigón calculado usando el procedimiento de Chequeos Rápidos, debe ser menor que el mayor de 7kg/cm^2 o 0.53(f`c)^(1/2)kg/cm^2, para el nivel de desempeño LS e IO.
C	NC	N/A	ACERO DE REFUERZO: La relación entre el área de acero y el área completa de hormigón no debe ser menor que 0.0015 en la dirección vertical y 0.0025 en la dirección horizontal para el nivel LS e IO. El espaciamiento del acero de refuerzo debe ser igual o menor que 46cm para el nivel LS e IO.
Conexiones			
C	NC	N/A	TRANSFERENCIA A MUROS DE CORTE: Los diafragmas deben estar conectados a los muros de corte para transferir cargas, para el nivel LS y deben ser capaces de desarrollar el menor de los esfuerzos de corte de los muros o diafragmas para el nivel IO.
C	NC	N/A	CIMENTACIONES DEL MURO: El refuerzo de los muros debe estar anclado adecuadamente en la cimentación para el nivel LS y el refuerzo debe ser capaz de desarrollar el menor de los esfuerzos de corte de los muros o la capacidad de la cimentación para levantarse para el nivel IO.

Después de haber realizado la evaluación sísmica del edificio, se puede concluir que estructuralmente el mismo responderá de manera adecuada ante un sismo, sin embargo, se requiere educar a la comunidad educativa para que responda ante las consecuencias de este fenómeno.

CAPÍTULO 6: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.

6.1. DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS

Este capítulo tiene por objetivo tener una idea más clara de la distribución de espacios que se ha realizado en la facultad de Ingeniería con el fin de conocer las áreas destinadas a cada uso, a continuación se hace una pequeña descripción de la distribución realizada acompañada de las áreas y porcentajes que se tienen en cada una de las plantas del edificio:

- En el subsuelo se aprovecharon los espacios, al ubicar un auditorio de 235 m2, el laboratorio de hormigones, un cuarto de maquinas, y 480m2 de parqueaderos (RASK).
- En la planta baja está ubicada el laboratorio, la secretaria, aula para grados, un espacioso hall y la AEI, todo en un área de 1160 m 2.
- En la primera planta se ubica el decanato, sala de profesores, sala de reuniones y cubículos de profesores en un área de 335 m2.
- En la segunda planta se ubica el centro de computo para la facultad de sistemas, que consta de aulas de laboratorio con 397m2, oficinas, cuarto de bodegas y un cuarto de maquinas de servidores (RASK).
- El tercero, cuarto, quinto y sexto piso están destinados para aulas de clases de grado y postgrado en un área de 2350m2, y una pequeña terraza de 225m2 en el sexto piso.

Según las áreas y su ubicación a continuación se presenta el porcentaje de área de cada una de las zonas mencionadas anteriormente:

Tabla N. 13 : Áreas y Porcentajes del Edificio de Ingeniería

NUEVO EDIFICIO DE INGENIERIA				
DISTRIBUCION DE AREAS	**AREA**		**PORCENTAJE**	
Parqueaderos	486.00	m2	6.27	%
Laboratorios	899.86	m2	11.61	%
Auditorio	235.70	m2	3.04	%
Administrativo	482.51	m2	6.23	%
Cubículos profesores	335.00	m2	4.32	%
AEI	60.73	m2	0.78	%
Aulas	2357.79	m2	30.42	%
Gradas	214.92	m2	2.77	%
Pasillos	1592.76	m2	20.55	%
Ascensores	73.92	m2	0.95	%
Sin uso – claraboyas	285.10	m2	3.68	%
Baños	298.76	m2	3.85	%
Bodegas – Instalaciones	131.05	m2	1.69	%
Pasillos Exteriores	297.00	m2	3.83	%
Área Total Espacios	7751.11	m2	100.00	%
Área Total Construcción	7941.90	m2	102.46	%

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 14: Áreas y Porcentajes en Subsuelo del Edificio de Ingeniería

SUBSUELO		
Parqueaderos	486.00	m2
Laboratorio de hormigones	251.99	m2
Auditorio	235.70	m2
Gradas	34.67	m2
Pasillos	115.00	m2
Ascensores	9.24	m2
Sin uso	4.03	m2
Instalaciones	49.85	m2
Baños	41.70	m2
Suma	1228.17	m2
Construcción Total	1319.00	m2

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 15: Áreas y Porcentajes de la Planta Baja del Edificio de Ingeniería

PLANTA BAJA		
Laboratorios	250.87	m2
Administrativo	138.68	m2
Sala para Grados	96.49	m2
Gradas	34.67	m2
Pasillos	361.59	m2
Ascensores	9.24	m2
Sin uso	4.03	m2
AEI	60.73	m2
Baños	43.39	m2
Corredor Exterior	72.00	m2
Suma	999.68	m2
Construcción Total	1160.00	m2

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 16: Áreas y Porcentaje de la 1era Planta del Edificio de Ingeniería

1ra PLANTA		
Cubículos profesores	335.00	m2
Administrativo	188.68	m2
Sala para Conferencias	112.00	m2
Gradas	24.27	m2
Pasillos	177.71	m2
Ascensores	9.24	m2
Sin uso	4.03	m2
Baños	51.74	m2
Suma	902.65	m2
Construcción Total	958.00	m2

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 17: Áreas y Porcentajes de la 2da Planta del Edificio de Ingeniería

2da PLANTA		
Laboratorios de Computación	397.00	m2
Administrativo	155.15	m2
Servidores – Bodega	81.20	m2
Gradas	24.27	m2
Pasillos	172.46	m2
Ascensores	9.24	m2
Sin uso	41.15	m2
Baños	32.39	m2
Suma	912.85	m2
Construcción Total	958.00	m2

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 18: Área y Porcentaje de 3era a 5ta Planta del Edificio de Ingeniería

3ra-4ta-5ta PLANTA		
Aulas	592.86	m2
Gradas	24.27	m2
Pasillos	194.00	m2
Ascensores	9.24	m2
Sin uso	56.45	m2
Baños	32.39	m2
Suma	909.20	m2
Construcción Total	958.00	m2

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 19: Área y Porcentaje de 6ta Planta del Edificio de Ingeniería

6ta PLANTA		
Aulas	370.72	m2
Terraza	225.00	m2
Gradas	24.27	m2
Pasillos	184.00	m2
Ascensores	9.24	m2
Sin uso	62.53	m2
Baños	32.39	m2
Suma	908.14	m2
Construcción Total	958.00	m2

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 20: Áreas y Porcentajes del Laboratorio

LABORATORIO DE SUELOS				
DISTRIBUCION DE AREAS	**AREA**		**PORCENTAJE**	
OFICINAS	168.45	m2	25.87	%
BODEGAS	37.84	m2	5.81	%
ENSAYO PAVIMENTO	46.59	m2	7.15	%
ENSAYO TRIAXIAL	47.28	m2	7.26	%
ENSAYO SUELOS	30.21	m2	4.64	%
ENSAYO RESISTENCIA MATERIALES	115.89	m2	17.80	%
PASILLOS	109.11	m2	16.76	%
BAÑOS	18.68	m2	2.87	%
GRADAS	11.46	m2	1.76	%
SALA DE REUNION	27.54	m2	4.23	%
SIN USO	38.07	m2	5.85	%
Área Total Espacios	651.09	m2	100.00	%
Área Total Construcción	682.67	m2	104.85	%

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Finalmente en la tabla siguiente se indica el número de parqueaderos y cubículos de profesores que se tienen en el edificio, en los laboratorios y en el coliseo:

Tabla N. 21: Número de Parqueaderos y Cubículos

Numero	Edificio	Laboratorios	Coliseo
Parqueaderos	20	7	-
Cubículos	23	6	7

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Con la información recopilada en este capítulo adjunta a la información que se mencionará en el capítulo 7, se podrá formular de manera más precisas cuáles son los riesgos a los que están expuestos los visitantes del Edificio de Ingeniería según su ubicación en el mismo y la labor que desempeñan para la Facultad.

CAPÍTULO 7: VISITANTES DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA.

Dentro del edificio de Ingeniería existen seis grupos de visitantes:

a. Estudiantes
b. Profesores
c. Administrativos
d. Laboratoristas
e. Seguridad
f. Limpieza

A continuación se presenta un análisis de su concurrencia al edificio así como cuáles son las horas y lugares en los que transcurren la mayor parte del tiempo.

7.1. EVALUACIÓN DE CONCURRENCIA DE ESTUDIANTES Y HORARIO

7.1.1. ESTUDIANTES SEGÚN HORARIO EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Para el primer semestre 2010-2011, en la carrera de Ingeniería Civil, se han habilitado 116 nuevos cursos, los cuales se han ubicado en horarios que difieren en lo más mínimo de los horarios dados en semestres anteriores, por lo que el análisis de estos cursos será un reflejo importante de la realidad que tiene la facultad de Ingeniería cada semestre.

En el anexo N. 6 se muestra una tabla en la cuál constan las cátedras a dictarse con el número máximo de alumnos que se ha inscrito por materia, siendo 116 los cursos ofrecidos por la carrera de Ingeniería Civil.

En las siguientes tablas se muestra un resumen del número de alumnos que ocupan las aulas de la Facultad de Ingeniería durante los cinco días de la semana. El objetivo de las mismas es que exista un registro del número de alumnos que pueden estar expuesto a los riesgos que se presenten en la facultad según su hora, además que es importante tener en cuenta que en las horas que existe mayor cantidad de alumnos es más probable la ocurrencia de incidentes antrópicos. Las tablas se han elaborado por separado, la primera de ellas cuenta con la información de la carrera de Ingeniería Civil, otra resume la realidad de la carrera de Ingeniería en Sistemas, y finalmente el cuadro total de la Facultad.

Tabla N. 22: Número de Alumnos en el Día de la Escuela de Civil

FACULTAD DE INGENIERÍA **NUMERO DE ALUMNOS POR DÍA: CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**							
DIA	**7h 8h**	**8h 9h**	**9h 10h**	**10h 11h**	**11h 12h**	**12h 13h**	**13h 14h**
LUNES	268	268	190	189	70	7	31
MARTES	218	218	263	260	96	71	29
MIERCOLES	287	287	189	189	61	61	13
JUEVES	251	251	207	207	74	42	42
VIERNES	162	190	175	191	91	47	0
DIA	**14h 15h**	**15h 16h**	**16h 17h**	**17h 18h**	**18h 19h**	**19h 20h**	**20h 21h**
LUNES	31	57	153	175	259	237	0
MARTES	42	77	205	205	245	220	0
MIERCOLES	61	30	206	226	196	196	0
JUEVES	30	30	188	166	142	142	0
VIERNES	80	60	60	104	96	69	0

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Horarios de Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

En la carrera de Sistemas, se ofrecen 85 cursos los cuales se muestran explícitos en el anexo N.7, la mayoría de clases están distribuidas en la mañana y en la tarde, exceptuando el medio día, de 13 horas a 15 horas, en donde la presencia de estudiantes de esta carrera es a penas del 19% de estudiantes. Por otra parte, también cabe notar que el número de estudiantes entre las 11 de la mañana y la 1 de la tarde oscila entre el 5% y el 25% de estudiantes, lo cual es relativamente bajo comparando con el porcentaje de asistencia (77%) que se tiene entre las siete y once de la mañana. Por la tarde se tiene cierta diferencia en la frecuencia de estudiantes, estos disminuyen, siendo como máximo del 57%, sin embargo, los horarios se extienden hasta las 9 de la noche los días Lunes, Martes y Miércoles con un 8.6% de estudiantes en las aulas.

Finalmente cabe notar que los días Miércoles y Viernes por la tarde la afluencia de estudiantes de Ingeniería en Sistemas disminuye a comparación de los otros día de la semana. En la siguiente tabla se muestra el resumen para la carrera de Ingeniería en Sistemas:

Tabla N. 23: Número de Alumnos en el Día de la Escuela de Sistemas

FACULTAD DE INGENIERÍA NUMERO DE ALUMNOS POR DÍA CARRERA: INGENIERÍA SISTEMAS							
DIA	**7h 8h**	**8h 9h**	**9h 10h**	**10h 11h**	**11h 12h**	**12h 13h**	**13h 14h**
LUNES	219	219	122	122	48	27	0
MARTES	202	202	178	196	57	11	0
MIERCOLES	182	182	118	118	36	36	0
JUEVES	203	203	148	169	32	11	0
VIERNES	167	167	116	120	57	36	0
DIA	**14h 15h**	**15h 16h**	**16h 17h**	**17h 18h**	**18h 19h**	**19h 20h**	**20h 21h**
LUNES	0	31	124	149	125	111	14
MARTES	0	25	126	112	101	90	19
MIERCOLES	0	12	88	87	115	84	0
JUEVES	0	19	127	141	135	121	14
VIERNES	21	34	68	79	98	54	0

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Horarios de Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

En la tabla que se muestra a continuación, se tiene un resumen general de la cantidad de alumnos por facultad según días y horas.

Tabla N.24: Número de Alumnos en el Día de la Facultad de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERÍA NUMERO DE ALUMNOS POR DÍA: CARRERA: INGENIERÍA CIVIL Y SISTEMAS							
DIA	**7h 8h**	**8h 9h**	**9h 10h**	**10h 11h**	**11h 12h**	**12h 13h**	**13h 14h**
LUNES	487	487	312	311	118	34	31
MARTES	420	420	441	456	153	82	29
MIERCOLES	469	469	307	307	97	97	13
JUEVES	454	454	355	376	106	53	42
VIERNES	329	357	291	311	148	83	0
DIA	**14h 15h**	**15h 16h**	**16h 17h**	**17h 18h**	**18h 19h**	**19h 20h**	**20h 21h**
LUNES	31	88	277	324	384	348	14
MARTES	42	102	331	317	346	310	19
MIERCOLES	61	42	294	313	311	280	0
JUEVES	30	49	315	307	277	263	14
VIERNES	101	94	128	183	194	123	0

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Horarios de Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

Al evaluar de este modo varían mínimamente los porcentajes de concurrencia los cuales se muestran en la siguiente tabla a través de los porcentajes calculados:

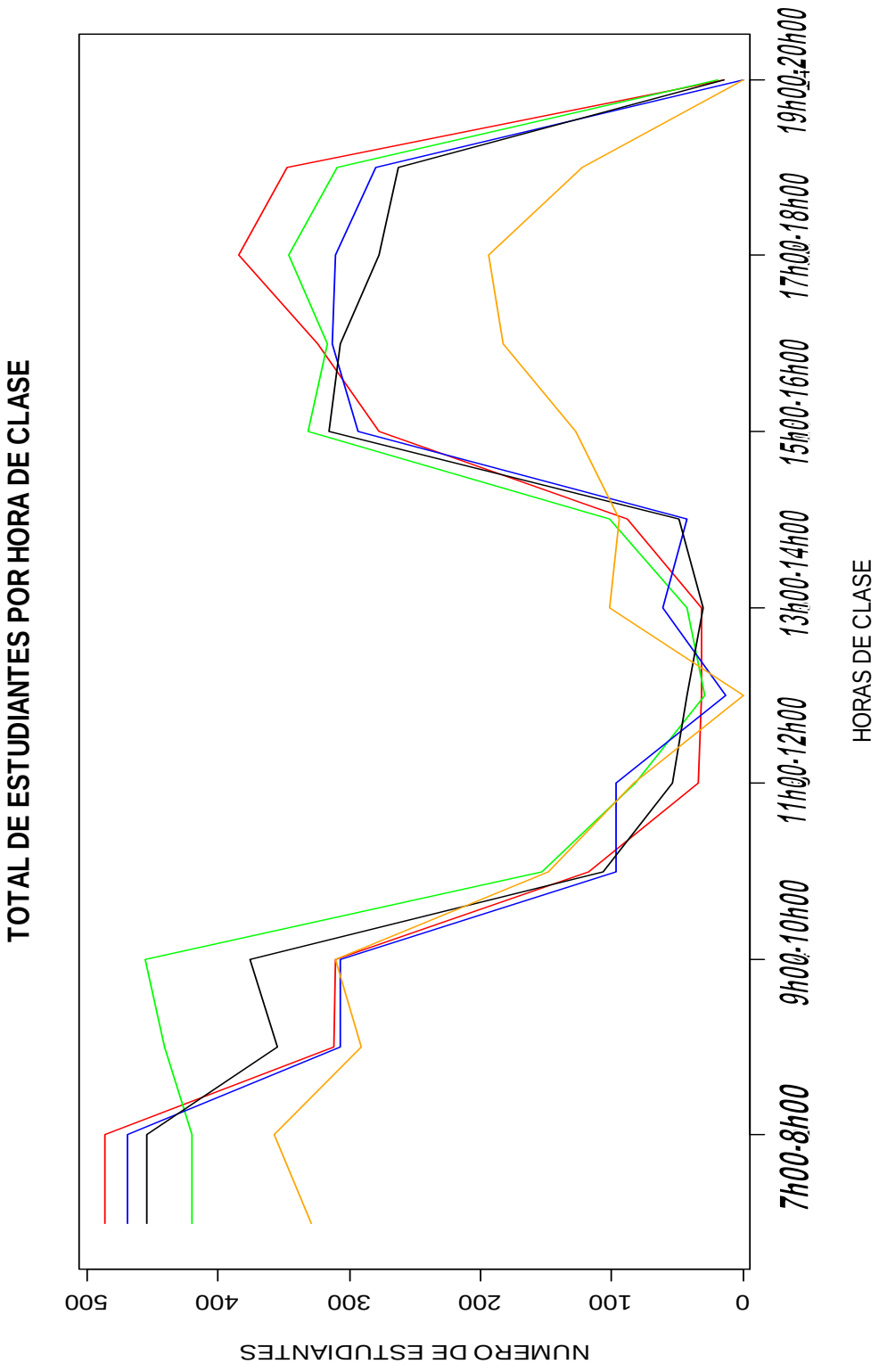
Tabla N. 25: Porcentaje de Alumnos de la Facultad de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERÍA % DE ALUMNOS POR DÍA CARRERA: INGENIERÍA CIVIL Y SISTEMAS							
DIA	**7h 8h**	**8h 9h**	**9h 10h**	**10h 11h**	**11h 12h**	**12h 13h**	**13h 14h**
LUNES	97.4	97.4	62.4	62.2	23.6	6.8	6.2
MARTES	84	84	88.2	91.2	30.6	16.4	5.8
MIERCOLES	93.8	93.8	61.4	61.4	19.4	19.4	2.6
JUEVES	90.8	90.8	71	75.2	21.2	10.6	8.4
VIERNES	65.8	71.4	58.2	62.2	29.6	16.6	0
DIA	**14h 15h**	**15h 16h**	**16h 17h**	**17h 18h**	**18h 19h**	**19h 20h**	**20h 21h**
LUNES	6.2	17.6	55.4	64.8	76.8	69.6	2.8
MARTES	8.4	20.4	66.2	63.4	69.2	62	3.8
MIERCOLES	12.2	8.4	58.8	62.6	62.2	56	0
JUEVES	6	9.8	63	61.4	55.4	52.6	2.8
VIERNES	20.2	18.8	25.6	36.6	38.8	24.6	0

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Horarios de Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

A continuación se presenta un gráfico en el que se resume lo expuesto anteriormente:


TOTAL DE ESTUDIANTES POR HORA DE CLASE
NUMERO DE ESTUDIANTES
0
100
200
300
400
500
7h00-8h00
9h00-10h00
11h00-12h00
13h00-14h00
15h00-16h00
17h00-18h00
19h00-20h00
HORAS DE CLASE

7.1.2. NÚMERO DE CLASES POR DÍA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

En la tabla siguiente se muestra el número de clases por horario que se tiene en la facultad de Ingeniería:

Tabla N. 26: Número de Clases en la Facultad de Ingeniería

	NUMERO DE CLASES EN LA FACULTAD DE INGENIERIA										
	LUNES		**MARTES**		**MIERCOLES**		**JUEVES**		**VIERNES**		
HORA	**Civil**	**Sist.**	**Civil**	**Sist**	**Civil**	**Sist.**	**Civil**	**Sist.**	**Civil**	**Sist.**	**T**
07h00-09h00	12	10	10	11	12	9	10	10	8	11	**103**
09h00-11h00	10	8	8	8	10	8	7	8	9	7	**83**
11h00-13h00	6	2	4	0	3	3	3	2	4	4	**31**
13h00-14h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
14h00-16h00	6	0	5	1	4	0	6	0	5	1	**28**
16h00-18h00	7	8	11	9	7	9	9	5	3	5	**73**
18h00-20h00	8	6	4	7	9	7	5	6	1	1	**54**
20h00-21h00	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	**4**
SUBTOTAL	49	34	43	39	45	36	40	31	30	29	
TOTAL	**83**		**82**		**81**		**71**		**59**		

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez
Tomado de: Horarios de Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

Se puede ver claramente que el día de mayor número de clases dentro de la Facultad de Ingeniería es el día Lunes, siendo la hora de mayor afluencia desde las 7 hasta las 9 de la mañana con un total de 12 cursos en la escuela de civil y 10 cursos en la escuela de sistemas. Este número de cursos será de vital importancia al momento de evaluar los riesgos, ya que se tomará en

cuenta el número más crítico, es decir se trabajará considerando que en cada hora se dictan 22 clases como promedio.

7.2. PROFESORES, ADMINISTRATIVOS, PERSONAL DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD

La tabla siguiente muestra la concurrencia al Edificio de Ingeniería según el horario y día de la semana, se ha indicado a los cuatro grupos de visitantes con las siguientes letras:

- Personal de Seguridad (A)
- Personal de Limpieza (B)
- Personal Docente (C)
- Personal Administrativo (D)

Tabla N. 27: Número de Personas que Trabajan en Ingeniería

NUMERO DE PERSONAS QUE TRABAJAN EN INGENIERIA																				
	LUNES				MARTES				MIERCOLES				JUEVES				VIERNES			
HORA	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
06h30-07h00	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
07h00-09h00	1	2	22	0	1	2	21	0	1	2	21	0	1	2	20	0	1	2	19	0
09h00-11h00	1	2	18	10	1	2	16	10	1	2	18	10	1	2	15	10	1	2	16	10
11h00-13h00	1	2	8	10	1	2	4	10	1	2	6	10	1	2	5	10	1	2	8	10
13h00-14h00	1	2	0	10	1	2	0	10	1	2	0	10	1	2	0	10	1	2	0	10
14h00-16h00	1	1	6	10	1	1	6	10	1	1	4	10	1	1	6	10	1	1	6	10
16h00-18h00	1	1	15	0	1	1	20	0	1	1	16	0	1	1	14	0	1	1	8	0
18h00-20h00	1	1	14	0	1	1	11	0	1	1	16	0	1	1	11	0	1	1	2	0
20h00-21h00	0	1	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

Se puede ver con claridad que el número máximo de personal de cada grupo dentro del Edificio de Ingeniería es el siguiente:

- Personal de Seguridad = 1
- Personal de Limpieza = 2
- Personal Docente = 22
- Personal Administrativo = 10

Según la distribución de espacios de la Facultad de Ingeniería descrita anteriormente, se ha construido una tabla que incluye el total de personas por planta en el caso más crítico, de modo que luego se pueda identificar cual es el riesgo que corren estos visitantes según su ubicación:

Tabla N. 28: Número de Personas por Planta

NÚMERO DE PERSONAS POR PLANTA					
UBICACIÓN	**SEGUR.**	**LIMP.**	**DOCENTE**	**ADMIN.**	**ESTUD.**
Planta Baja: - Administrativo - AEI - Sala para Grados	1	2	0	10	50
Primera Planta: - Cubículo Profesores - Administrativo - Sala para Conferencias	1	2	22	10	20
Segunda Planta: - Laboratorios de Computación - Administrativo - Bodega-Servidores	1	2	3	4	150
Tercera a Quinta Planta: - Aulas	1	2	22	0	150
Sexta Planta: - Aulas - Terrazas	1	2	8	0	15

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

En la tabla se ha incluido también el número de estudiantes máximo que puede existir por planta, esto se ha hecho considerando la información recopilada en la sección 7.1.1. Una vez obtenido el número máximo de alumnos mediante observación se ha decidido el número de alumnos que se ha ingresado en la tabla. Esta tabla será de suma importancia al momento de llenar la matriz de riesgos de la Facultad de Ingeniería.

7.3. HORARIO Y VISITANTES DE LOS LABORATORIOS

La Facultad de Ingeniería, la Escuela de Civil, consta de los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Resistencia de Materiales (RM)
- Laboratorio de Pavimentos (PAV)
- Laboratorio de Mecánica de Suelos (MS)
- Laboratorio de Hormigones (HOR)

Mientras que la Facultad de Sistemas cuenta con el laboratorio ubicado en la segunda planta del edificio de Ingeniería:

- Laboratorio de Computación (LC)

En la tabla siguiente se muestra los horarios en los cuales estos laboratorios se encuentran en uso:

Tabla N. 29: Horario de Laboratorios en Ingeniería

	HORARIO DE LABORATORIOS EN INGENIERIA										
	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		
HORA	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	TOTAL
07h00-09h00	RM				RM-PAV		MS				3
09h00-11h00	MS-PAV		MS-HOR	LC		LC	MS	LC	MS		9
11h00-13h00	RM.		PAV		HOR				HOR		4
14h00-16h00	PAV		PAV-HOR				PAV-HOR		PAV-HOR		7
16h00-18h00				LC							2
18h00-20h00											0
20h00-21h00											0
SUBTOTAL	5	0	5	3	3	1	4	1	4	0	
TOTAL	5		8		4		5		4		

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

Analizando la tabla anterior se ve que la mayor parte de laboratorios se llevan a cabo desde las nueve de la mañana hasta las cuatro de la tarde, se ocupan todos los laboratorios de la facultad en este período de tiempo. Al momento de realizar la matriz de riesgos estas horas, serán tomadas en cuenta ya que justamente por el uso que están dando los estudiantes a estos laboratorios, se incrementa la posibilidad de un accidente, es decir los riesgos antrópicos se ven aumentados durante el tiempo que los laboratorios se encuentran ocupados.

No solo los estudiantes se encuentran dentro de los laboratorios, laboratoristas (L) y personal administrativo (PA) también se encuentran constantemente en los distintos laboratorios. Este hecho se deberá también tomar en cuenta al momento de realizar la matriz de riesgos:

Tabla N. 30: Horario del Personal que Trabaja en el Laboratorio

	HORARIO DEL PERSONAL QUE TRABAJA EN EL LABORATORIO										
	LUNES		**MAR.**		**MIER.**		**JUEVES**		**VIERNES**		**TOTAL**
HORA	L	PA	L	PA	L	PA	L	PA	L	PA	
07h00-09h00	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	10
09h00-11h00	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	25
11h00-13h00	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	25
13h00-14h00	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	25
14h00-16h00	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	25
16h00-18h00	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	10
18h00-20h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUBTOTAL	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
TOTAL	**120**		**120**		**120**		**120**		**120**		

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

CAPÍTULO 8: RIESGOS EXISTENTES PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA.

8.1. RIESGOS NATURALES

Aunque no ha sido frecuente las emergencias a las que ha sido expuesta la ciudad, durante sus años de existencia ha atravesado por amenazas naturales debidas a la susceptibilidad territorial o movimientos en masa e inundaciones; las amenazas volcánicas, sísmicas con sus eventuales consecuencias. A partir del cuadro presentado capítulos antes, se indica a continuación una tabla en la que se especifica desde el año de 1987 cuáles han sido los fenómenos naturales que han afectado a la Facultad de Ingeniería:

Tabla N. 31 : Riesgos Naturales que Afectaron a la Facultad de Ingeniería desde 1987 hasta 2010

AÑO	FENÓMENO
1987	Sismo que afecto seriamente el patrimonio histórico.
1999	Cenizas de volcán Guagua Pichincha cubrieron la ciudad.
2002	Cenizas del volcán Reventador cubrieron la ciudad.
2000	Se multiplican inundaciones y deslizamientos de terreno y un derrumbe interrumpe un eje esencial de la ciudad y los valles.

Elaborado por: Luis Vaca y Sergio Vásconez

Como se puede ver los riesgos más frecuentes han sido los sismos y la caída de cenizas. De todas maneras, existen varios factores que pueden influir en la aparición de riesgos naturales que deberían ser tomados en cuenta al momento de la creación de un plan de contingencia. En este

trabajo se centrará la atención en temporales de viento, inundaciones, erupciones volcánicas, caídas de ceniza, y sismos.

a. **Temporales de viento.-** Los vientos en Quito según Antonio Rodríguez, del Instituto Nacional de Metereología e Hidrología (Inamhi), publicado en el diario www.hoy.com.ec pueden llegar a ser de 31-62 km/h equivalentes a 8.6-17.2 m/s, en conclusión podríamos llegar a tener como máximo un temporal leve dentro de la clasificación de temporales.

b. **Inundaciones.-** En la parte centro de Quito según los datos recopilados en (atlas) se puede encontrar que durante el periodo de Julio 2008 y Julio del 2009 se han presentando 25 movimientos de masa producidos especialmente por lluvias. En el sector de la universidad según el mapa del anexo N. 8, no existe riesgo de inundaciones, de tal forma que se le cataloga como sin ocurrencia.

   Sin embargo, en los alrededores de la universidad se produce un tráfico notable asociado con lluvias intensas de corta duración. Por lo general y dejando de lado el cambio climático que sufre el planeta actualmente, las lluvias se presentan en dos temporadas lluviosas cada año, con picos de lluvia entre marzo y abril y otro entre octubre y noviembre.

   Las lluvias que se presentan en el sector de la universidad asociadas con factores antrópicos son los causantes de tráfico y malestar entre

los habitantes de la ciudad. Es común encontrarse con taponamientos y roturas de sistemas de recolección de aguas lluvias, alcantarillado o colectores. Por lo que aunque los efectos de lluvia en el sector pueden ser controlados esto se encuentra fuera del alcance de las autoridades de la universidad, es por esto que se convierte en un riesgo el tráfico que se produce.

c. **Erupciones Volcánicas y Caída de Ceniza.-** La universidad según el mapa de amenazas volcánicas, se encuentra en un lugar de lahares, es decir en un sitio con suceptabilidad a lodos volcánicos pero no de mayor riesgo de lava, a pesar que se encuentra rodeada de volcanes como el Ruco Pichincha, Atacazo, Antisana y Cotopaxi.

Los volcanes que rodean a Quito son una amenaza latente para la universidad. El Guagua Pichincha ha afectado seriamente a Quito en varias ocasiones a lo largo de la historia en: 1560, 1575, 1582, 1660 y, menos intensamente, en 1843 y 1868. El Cotopaxi, ubicado aproximadamente a 60 km al Sur de Quito, ha experimentado erupciones, cuya ceniza llego hasta Quito. Otro volcán que ha afectado a Quito es el volcán Cayambe, ubicado a 50 km al noreste de Quito, cuya última erupción se remonta a 1785-1786 (Samaniego y otros, 2004) y del Antisana, localizado a 50 km al sudeste de Quito, que ha experimentado, igualmente erupciones históricas (1728, 1773 y tal vez 1801). Otros, han tenido una actividad más remota, como el Pululahua hace 2300 años. Los volcanes no necesariamente

cercanos a Quito, pueden afectar también a la universidad como El Reventador como ocurrió en el año 2002.

Se ha mencionado los volcanes que han hecho erupción, sin embargo existen otros que podrían sorprender a la población con sus flujos piroclásticos y cenizas afectando seriamente a la ciudad. Por lo que se debería estar preparado para posibles lahares que puedan ocurrir en una erupción del Guagua Pichincha y del Cotopaxi.

En el caso del Pichincha, estos pueden desarrollarse en las laderas occidentales, por la movilización de la ceniza con precipitaciones que acompañan a la erupción y por flujos torrenciales en las quebradas, las parroquias más afectadas serían Cotocollao, la Concepción, Santa Prinsca, San Roque, La Magdalena y Villaflora. Por otra parte el Cotopaxi afectaría los Valles, pero el sector de la universidad se vería amenazado por la ceniza que emane. Para determinar la ubicación de la universidad con respecto a las consecuencias de posibles erupciones volcánicas se puede referir al anexo N. 9.

d. Susceptibilidad sísmica.- Quito, se encuentra atravesado por un "sistema de fallas, que se inicia a la altura de la población de Tambillo, al sur; y, avanza hacia el norte, hasta San Antonio de Pichincha, definiendo un trazado de 47 a 50 Km de longitud. Quito está dividido en 22 zonas de acuerdo a sus diferentes tipos de suelos; se calculó la intensidad de sacudimiento en cada zona, para cada uno de los terremotos representativos potenciales, considerando la magnitud y la

ubicación hipocentral. La universidad Católica del Ecuador está ubicada en una zona de alto riesgo sísmico como se puede ver en el anexo N. 10. Los terremotos no generan muertes por sí solos, la debilidad de las construcciones es una de las principales causas de pérdidas de vidas humanas y daños materiales. Aplicando normas vigentes, es factible disminuir pérdidas futuras, se indica en el *Código Ecuatoriano de la Construcción* (2002).

8.2. RIESGOS ANTRÓPICOS

8.2.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTRÓPICOS

Lo que busca alcanzar la evaluación de riesgos es que se tomen medidas adecuadas para promover la seguridad de los visitantes de la Facultad de Ingeniería. En sí, se previenen riesgos laborales a través de la información y formación de los visitantes, además de la organización de medidas a ponerse en práctica para disminuir estos riesgos.

Existen 5 etapas a llevarse a cabo mientras se elabora la evaluación de riesgos antrópicos:

1. Identificación de los Riesgos
2. Identificación de la población expuesta al riesgo
3. Evaluación cualitativa de los riesgos.
4. Análisis de posible prevención, reducción o eliminación del riesgo

Para evaluar y controlar riesgos existen algunas técnicas usuales, en el siguiente cuadro se muestra la clasificación de las técnicas según su etapa y forma de actuación:

Tabla N. 32 Técnicas para la Evaluación y Control de Riesgos

ETAPA DE ACTUACIÓN	**NOMBRE DE LA TÉCNICA**		**FORMA DE ACTUACIÓN**
ANÁLISIS DEL RIESGO VALORACIÓN DEL REISGO	TÉCNICAS ANALÍTICAS		No evitan accidente Identifican el peligro y valoran el riesgo
CONTROL DEL RIESGO	TÉCNICAS OPERATIVAS	PREVENCIÓN	Evitan el accidente al eliminar las causas
		PROTECCIÓN	No evitan el accidente Reducen o eliminan los daños

Elaborado por: Luis Vaca y Sergio Vásconez

a. **Técnicas Analíticas anteriores al accidente:** Estas técnicas incluyen la inspección de seguridad, que tiene como objetivo básico de actuación el análisis de los riesgos y la valoración de los mismos para su posterior corrección antes de su actualización en accidentes.

   También se considera al análisis de trabajo como una técnica analítica, la cual consiste en identificar potenciales situaciones de riesgo asociadas a cada etapa del proceso de trabajo.

   Por último, se puede incluir dentro de estás técnicas al análisis estadístico, cuyo objetivo es la codificación, tabulación y tratamiento de los datos obtenidos en los estudios de riesgos para poder obtener

un conocimiento científico aproximado de las posibles causas de accidentes.

b. **Técnicas Operativas.-** Dentro de estas técnicas se puede identificar dos grandes grupos. El primero de ellos son las técnicas que actúan sobre la condición insegura como puede ser el diseño y proyecto de instalaciones o equipos, estudio y mejora de métodos, normalización, señalización, mantenimiento preventivo, defensas y resguardos, y protecciones individuales.

   El segundo grupo actúa sobre el acto inseguro, considerándose las principales la selección de personal, el adiestramiento, la propaganda, la acción de grupo, los incentivos y la disciplina.

Entonces se debe iniciar con la identificación de los riesgos, para valorar los mismos para lo cual se puede utilizar las técnicas anteriormente mencionadas.

Al hablar de riesgo antrópicos esta evaluación puede clasificarse en:

a. Evaluación de riesgos del sector químico
b. Evaluación de riesgos impuestos por reglamentaciones específicas: Basados en reglamentación industrial o laboral
c. Evaluación de riesgos para los que no existe reglamentación específica pero existen normas internacionales o guías.
d. Evaluación general de riesgos, cualquiera de los riesgos que no haya sido contemplado en los puntos anteriores. Para su valoración evaluación existen tres etapas principales, en el siguiente cuadro se resume las mismas:

Tabla N.33: Evaluación General de Riesgos

EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGOS	
Clasificación de las Actividades de Trabajo	Tareas a realizar Organización de trabajo Persona que realiza la tarea, etc.
Análisis de Riesgos	Caídas al mismo nivel Espacio inadecuado Sustancias que pueden inhalarse Incendios y explosiones
Valoración de Riesgos	El valor obtenido de lo analizado anteriormente permite crear la matriz de análisis.

Elaborado por: Luis Vaca y Sergio Vásconez.

8.2.2. ACCIDENTES DE TRABAJO

Dentro de los riesgos antrópicos se encuentran los accidentes de trabajo cuyos factores se pueden clasificar según el tipo del accidente, el agente que lo causa, la naturaleza de la lesión y su ubicación. Estos factores han permitido clasificar a los accidentes de la siguiente manera:

a. Clasificación simple: Es una clasificación general, por lo que sus factores causantes no pueden ser identificados inmediatamente.
b. Clasificación múltiple: En este caso se analiza cada factor por lo que es más preciso.

Existen índices estadísticos que permiten establecer frecuencia, gravedad e incidencia de los accidentes en el lugar de trabajo. Contar con estos índices para la facultad de Ingeniería sería un indicador del efecto que los riesgos antrópicos han tenido dentro de la misma. Sin embargo, para obtener estos

índices se requiere que se haya llevado cuenta de los accidentes ocurridos dentro de la facultad y sus factores. De todas maneras, se menciona la forma de obtener estos índices:

TABLA N. 34: Índices Estadísticos de Accidentes en el Trabajo

INDICE	EXPRESIÓN
Gravedad	$Ig = \frac{N.JornadasPerdidasPorAccidente}{N.TotaldeHorasHombreTrabajadas} x10^3$
Incidencia	$Ii = \frac{N.TotaldeAccidentes}{N.MediodePersonasExpuestas} x10^3$
Frecuencia	$If = \frac{N.TotaldeAccidentes}{N.TotaldeHorasHombreTrabajadas} x10^3$

Elaborado por: Luis Francisco Vaca y Sergio Vásconez

Existe otro índice que sería de interés para este estudio, este se denomina Tasa de actividades de la seguridad. Según E.G.Hinckley y G.Stulberg, la tasa de actividades de la seguridad se determina mediante:

$$TAS = \frac{ActividadesdeSeguridad x5 x10^6}{N.TotaldeHorasHombresTrabajadas}$$

Las actividades de seguridad que se mencionan son la suma de las disposiciones de seguridad prescritas, denuncias de prácticas inseguras, informes de situaciones inseguras, número de asambleas o reuniones de seguridad celebradas. Aunque muchas de estas prácticas se han llevado a cabo dentro de la facultad de Ingeniería, no existe un registro que nos permita determinar esta Tasa.

8.2.3. RIESGOS ANTRÓPICOS POR MAQUINARIA DE LOS LABORATORIOS

En los laboratorios de hormigón y pavimentos existe maquinaria que puede ser la causante de accidentes entre los ocupantes de las mismas. Las máquinas más importantes de los laboratorios son las siguientes:

TABLA N. 35: Máquinas Importantes del Laboratorio de Suelo y de Resistencia de Materiales

MAQUINAS IMPORTANTES EN EL LABORATORIO DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES
MAQUINA UNIVERSAL TINUS OLSEN (200T)
MAQUINA UNIVERSAL TINUS OLSEN (60T)
MAQUINA UNIVERSAL TINUS OLSEN (30T)
CORTADORA
MAQUINA DE LOS ANGELES
MAQUINA DE TORSION
UNIDAD DE ESTRUCTURA DE CARGA
MAQUINA DE COMPRESION LEXUS
HORNO (S)
HORNILLA PARA MUESTRAS

Elaborado por: Luis Vaca y Sergio Vásconez.

Existen fuentes de peligro que pueden producir lesiones o daños a la salud, los peligros de las máquinas son los siguientes:

- Mecánicos
- Eléctricos
- Térmicos

- Producido por el ruido
- Producidos por vibraciones
- Producidos por radiaciones
- Combinación de peligros.

Los riesgos generales frecuentes que presentan estas máquinas son:

- Materiales trabajados y herramientas
- Sistemas de mando
- Operaciones de limpieza y reparación
- Riesgos eléctricos
- Iluminación
- Actitudes peligrosas del trabajador.

Es por esto que entre los riesgos antrópicos más probables se encuentran justamente los que pueden producirse por mal manejo o mal funcionamiento de las máquinas de los laboratorios.

Por lo anterior mencionado se aplican técnicas de seguridad a las máquinas, las cuales se describen a continuación en la tabla:

TABLA N. 36: Técnicas de Seguridad Aplicadas a las Máquinas

TÉCNICA	ACCIONES
Medidas para eliminar peligros o reducirlos	Evitar aristas cortantes Limitación por diseño de ruidos y vibraciones Aplicar los principios de seguridad Prevención del peligro eléctrico
Medidas para limitar la exposición de personas a los peligros.	Aumentar fiabilidad de las partes componentes de la máquina. Automatización de las operaciones de alimentación y extracción. Disposición de los puntos de mantenimientos fuera de zonas de peligro.
Técnicas de protección	Resguardos: Barrera material para brindar protección. Dispositivo de protección: Eliminan o reducen el riesgo

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Por otra parte, alrededor de las máquinas se requiere que exista un espacio adecuado con el fin de facilitar el acceso a trabajar, el mantenimiento, ajuste y limpieza y cualquier trabajo en curso.

8.2.4. RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIONES

Existen algunos factores que pueden ser causa de incendios, existen tres factores principales: combustible, comburente y fuente de calor:

a. Combustible: Es toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno de forma rápida y exotérmica.
b. Comburente: Es toda mezcla de gases en la cual el oxígeno está en proporción suficiente para que se produzca la combustión.

Existen algunas medidas de prevención contra incendios según la situación de la industria, la estructura y tipo de material a emplear, la organización interna, el proceso de producción, medidas generales.

En todo lugar de trabajo se debe contar con sistema de detección y alarma como detectores de humo, detectores automáticos e incluso detectores humanos, es decir personas que hagan recorridos de inspección. Para actuar sobre un incendio se debe eliminar el combustible, comburente, energía de activación y evitar una reacción en cadena. Para ello, entre los agentes extintores a considerarse se tiene agua, espumas, anhídrido carbónico, polvos entre otros. Es por esto que en todo lugar de trabajo y especialmente en la Facultad de Ingeniería es importante que se cuente con equipos portátiles extintores, que tengan instalaciones fijas y al alcance de los usuarios. En los Laboratorios existen combustibles líquidos cuya explosividad es bastante alta, a continuación se detallan estos combustibles:

Tabla N. 37: Combustibles del Laboratorio de Suelos

Combustibles líquidos	Temperatura Auto Ignición ºC	Limites explosividad % aire
Gasolina	285	1,4-7,6
Alcohol etílico	423	15-19
Acetona	335	2,6-12,8
Benceno	560	1,4-71,0
Aguarrás comercial	232	1,1-6,0
Sulfuro Carbono	102	1,25-44
Tolueno	480	1,2-7,1
Keroseno	295	0,7-5,0
Carbono	149	
Petróleo	400	

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez
Fuente: www.EngineeringToolBox.com

Por este motivo se tiene que tomar medidas suficientes para evitar su mal uso y actuar de manera adecuada al momento de un accidente.

Otro factor que pone en riesgo la posibilidad de incendio es la cantidad de papel que se almacena dentro de las instalaciones, por este motivo se ha realizado el siguiente cuadro en el que se indica el peso aproximado de papel en lugares específicos de la Facultad de Ingeniería:

Tabla N. 38: Peso Aproximado de Papel en Ciertas Áreas del Edificio de Ingeniería

LUGARES	**PESO APROXIMADO EN KILOGRAMOS**
Secretaria	20 kg
Bodega edificio de ingeniería	18 kg
Bodega del laboratorio de suelos	22 kg
Cubículos C/U	5 kg

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez

A partir de la tabla anterior se puede ver que la secretaría y las bodegas de los laboratorios de suelos son sujetos a un alto riesgo de expansión de incendios, refiérase al anexo N. 11, para constatar la acumulación de papel en estos sitios.

Estos riesgos antrópicos serán tomados en cuenta al momento de elaborar la matriz de riesgos.

CAPÍTULO 9: CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA LA COMPRENSIÓN DE LA MATRIZ.

En el capítulo 10 se presenta la construcción de la matriz para lo cual se indica a continuación como se ha llenado la misma y como se debe hacer la lectura de esta para según eso analizar cuáles son las medidas a tomarse en cuenta en cada caso ya sea para prevenir o para manejar estos riesgos en caso de ocurrir.

9.1. Introducción

La matriz de riesgos es una herramienta que permitirá reconocer los factores de riesgo presentes en la Facultad de Ingeniería. Estos riesgos se han analizado tomando en cuenta los siguientes grupos de visitantes del Edificio de Ingeniería:

- Estudiantes
- Profesores tiempo parcial
- Profesores tiempo completo
- Secretaría
- Guardias de Seguridad
- Personal de Limpieza

Además se ha decidido analizar la Facultad de Ingeniería dividiéndola en 5 áreas. Esto se ha decidido porque estas áreas presentan características diferentes tanto físicas como de visitantes, por lo que se requiere analizarlas individualmente y estos son:

- Estacionamiento Subterráneo
- Laboratorios de Hormigón y Pavimentos
- Planta Baja
- Primer y Segundo Piso del Edificio de Ingeniería (Oficinas y Centro de cómputo)
- Pisos de Aulas de Clase

Otra consideración que se hará para el llenado de las matrices es que se tomará la hora crítica, es decir la hora de mayor concurrencia en cada una de las áreas para su evaluación, de modo que si se trabaja con la matriz de riesgos en un futuro, el plan de contingencia funcionará en los casos extremos.

Para llenar las matrices se considerará la información recopilada en el capítulo 8 y capítulo 9. Se ha realizado una matriz para riesgos naturales y otra para riesgos antrópicos, estas serán analizadas por sector y por grupo de personas. Una vez obtenida estas matrices se hará una valoración general, obteniendo una matriz que exprese la realidad de la Facultad de Ingeniería.

9.2. Formato de la Matriz

Se utilizará un formato de matriz indicado en el anexo N. 12 que se explica a continuación:

a. *Datos Generales:* Cada matriz contará con la fecha de ingreso de información y el área en la que se está evaluando los riesgos.

b. *Factores de Riesgo:* Los riesgos que se van a analizar están clasificados de la siguiente manera:

TABLA N. 39: Riesgos a Considerarse en la Matriz de Riesgos

RIESGO	CLASIFICACIÓN
NATURAL	Lluvias, Inundaciones y temporales de viento Ceniza Erupción Volcánica Sismo
ANTROPICO	Lesiones y Accidentes Incendios y Explosiones Accidentes al Operar Maquinaria

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Cada factor de riesgo se calificará según tres sub-categorías, según su probabilidad de ocurrencia, su gravedad y su vulnerabilidad. La calificación que se asignará será de 1 a 3 siendo 3 lo más grave.

Tabla N.40: Estimación Cualitativa de Riesgo

ESTIMACIÓN CUALITATIVA DE RIESGO								
PROBABILIDAD			**GRAVEDAD**			**VULNERABILIDAD**		
Baja	Media	Alta	Ligeramente Dañino	Dañino	Extremadamente Dañino	Algunas o Varias medidas tomadas	Pocas medidas tomadas	Ninguna medida tomada
1	2	3	1	2	3	1	2	3

CAPÍTULO 10: ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS.

10.1. NÚMERO DE VISITANTES DE INGENIERÍA POR ÁREA

Para elaborar la matriz de riesgos se iniciará resumiendo los datos obtenidos en capítulos anteriores para cada área de la Facultad de Ingeniería. Los datos recopilados se resumen en las siguientes tablas, la primera correspondiente al edificio en sí de Ingeniería y la segunda que resume la información obtenida acerca de los laboratorios:

Tabla N. 41: Número de Personas en Riesgo por Planta

NÚMERO DE PERSONAS POR PLANTA						
UBICACIÓN	**SEG..**	**LIMP.**	**DOCENTE**	**ADMIN.**	**ESTUD.**	**TOTAL**
Planta Baja:	1	2	0	10	50	63
Primera Planta:	1	2	22	10	20	55
Segunda Planta:	1	2	3	4	75	160
Tercera a Quinta Planta:	1	2	7/planta	0	120/planta	130/planta
Sexta Planta:	1	2	5	0	15	26

Elaborado por: Luis Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tabla N. 42: Horario del Personal que Trabaja en el Laboratorio

LABORATORIO	ADM.	LAB.	ESTUD.	DÍA Y HORA CRITICA
Resistencia de Materiales	10	15	10	Miércoles 7h00 – 9h00
Laboratorio de Pavimentos	10	15	10	Martes-Jueves-Viernes 14h00-16h00
Mecánica de Suelos	10	15	10	Lunes-Martes 9h00-11h00
Laboratorio de Hormigón	10	15	10	Martes–Jueves–Viernes 14h00 – 16h00
Laboratorio de Computación	10	15	10	Martes-Miércoles-Jueves 9h00 – 11h00

Elaborado por: Luis Francisco Vaca Yánez y Sergio Vásconez

Tomado de: Secretaría Facultad de Ingeniería PUCE

En la tabla de la información recopilada para los laboratorios se ha incluido una columna con las horas críticas de los laboratorios, estas han sido tomadas en cuenta según el número de laboratorios que están en uso simultáneamente. De tal manera que son en esas horas, en las cuales se incrementa la probabilidad de ocurrencia de riesgos antrópicos.

10.2. ELABORACIÓN DE MATRIZ DE RIESGOS NATURALES

Para la elaboración de la matriz de riesgos naturales se ha optado por diseñar 2 matrices:

- Matriz de Riesgos Debido al Clima
- Matriz de Riesgos por Sismos y Volcanes

Cada una de estas matrices ha sido subdividida por área y por grupo de visitantes en cada área. Para todo esto se ha considerado la condición crítica en cada área, es decir se considera el número máximo de visitantes que pueden haber.

a) Matriz de Riesgos Debido al Clima

La matriz de riesgos debido al clima presenta las siguiente subestructura:

RIESGOS NATURALES: DEBIDO AL CLIMA								
INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
P	G	V	P	G	V	P	G	V

Dentro de este grupo de riesgos se ha clasificado en inundaciones, temporales de viento y lluvia. A continuación se presenta un análisis referente a la calificación que se ha dado para probabilidad, gravedad y vulnerabilidad.

- Inundaciones, históricamente el sector de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador no ha presentado incidentes provocados por inundaciones. En el año 2000 se multiplicaron las inundaciones y deslizamientos de terrenos en la ciudad, sin embargo esto afecto a los valles y en ningún momento puso en riesgo a la Facultad de Ingeniería. Por estos motivos y tomando en cuenta la ubicación de la universidad según el anexo N. 9, se califica este riesgo de la siguiente manera:

Probabilidad	Baja	1
Gravedad	Poco dañiño	1
Vulnerabilidad	Pocas medidas tomadas	2

Se asume que se han tomado pocas medidas, porque se ha considerado que no han sido tomadas pensando en una posible inundación, sino que indirectamente durante la construcción se tomaron medidas que en caso de ocurrir una inundación colaborarían a evitar los daños de este.

- Temporales de viento, por temporales de viento sin importar el área que se considere en la facultad, se tomará un riesgo mínimo, ya que como se mencionó anteriormente los vientos pueden llegar a ser de 31 a 62km/h, lo cual equivale a un temporal leve, calificándolo de la siguiente manera:

Probabilidad	Baja	1
Gravedad	Poco dañino	1
Vulnerabilidad	Ninguna medida	3

- Lluvias, las lluvias tienen picos en los meses de marzo y abril y otro entre octubre y noviembre normalmente, estos por la calidad de construcción del edificio de Ingeniería no significa ningún riesgo para la facultad por lo que se clasifica como:

Probabilidad	Media	2
Gravedad	Poco dañino	1
Vulnerabilidad	Ninguna medida	3

La matriz se encuentra en el anexo N. 13 MATRICES

b) Matriz de Riesgos por Sismos y Volcanes

Dentro de este grupo de riesgos se ha clasificado en caída de ceniza y sismos:

RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
P	G	V	P	G	V	P	G	V

- Caída de Ceniza, a través de la historia, la universidad se ha visto afectada por caída de ceniza. Erupciones del volcán guagua Pichincha, Cayambe, Reventador, entre otros han afectado a toda la ciudad de Quito con la caída de ceniza, por este motivo se ha dado la siguiente clasificación para este riesgo:

Probabilidad	Alta	3
Gravedad	Dañino	3
Vulnerabilidad	Pocas medidas tomadas	2

- Lahares, la universidad se encuentra amenazada por una posible erupción del volcán Ruco Pichincha, Atacazo, Antisana y Cotopaxi. Estos volcanes son una amenaza latente para la universidad. Debido a su ubicación la universidad no corre el riesgo de lahares como se puede ver en el anexo N. 9. Por este motivo se le ha dado la siguiente clasificación:

Probabilidad	Baja	1
Gravedad	Poco dañino	1
Vulnerabilidad	Ninguna medida	3

- Sismos, la intensidad de sacudimiento para el sector de la Universidad Católica es media, y se debe tener en cuenta que los terremotos o sismos no generan daños o muertes por si solos sino depende del tipo de construcción que está siendo afectada, por este motivo, al ser una edificación antisísmica el daño no puede ser considerado como alto:

Probabilidad	Media	2
Gravedad	Dañino	3
Vulnerabilidad	Algunas medidas tomadas	2

La matriz de riesgos se encuentra en el anexo N.13 : MATRICES

10.3. ELABORACIÓN DE MATRIZ DE RIESGOS ANTRÓPICOS

Para elaborar la matriz de riesgos antrópicos se ha optado por plantear tres grupos importantes de riesgos:

- Accidentes de trabajo
- Maquinaria de laboratorios
- Riesgo de Incendio y Explosiones

Con el fin de dar la calificación adecuada dentro de cada una de estas clasificaciones, a continuación se realizará un análisis según el área de la facultad que corresponda.

a) **Planta Baja,** en la planta baja operan las secretarías, la asociación de escuela, la sala de grados, se hace un análisis para cada uno de los riesgos antrópicos considerados:

- Accidentes de Trabajo, al hablar de la planta baja, dentro de los posibles accidentes de trabajo se encuentra caídas debido a lluvia o suelo mojado, así también como accidentes en la asociación de escuela (principalmente caídas durante juegos). No existe una señalización referente a evitar que se corra en esta planta, o señalización que permita al visitante tener en cuenta estos riesgos que pueden ocurrir.
- Maquinarias de laboratorio, en la primera planta no existen maquinarias que puedan provocar accidentes, sin embargo se puede considerar que posibles fallas en las instalaciones eléctricas podrían ser consideradas como riesgo antrópico.
- Incendios y Explosiones, es poco probable que incendios y explosiones se den dentro de esta planta, no existen elementos inflamables, y en caso de darse un incendio las áreas son suficientemente amplias como para manejar este tipo de accidentes.

Considerando estas observaciones se tiene la siguiente matriz de riesgos para este caso:

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Área: Planta Baja		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	50	2	1	3	1	2	2	1	2	1
Docentes	0	2	1	3	1	2	2	1	2	1
Administrativo	10	2	1	3	1	2	2	2	2	1
Guardias de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Limpieza	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1

b) Primera Planta, en la primera planta se encuentran los cubículos de profesores y la sala de conferencias, en esta planta sucede algo similar a la planta baja, siendo un poco menos probables los riesgos de accidentes de trabajo referente a caídas, por ende la matriz obtenida para esta planta en el caso de riesgos antrópicos es:

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Área: Primera Planta		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Docentes	22	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Administrativo	10	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Guardias de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Limpieza	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1

c) Segunda Planta, en la segunda planta se encuentra los laboratorios de computación y las bodegas de los servidores. Al ser una planta que cuenta con laboratorios de computación y bodegas de servidores, se incrementa la posibilidad de incendios y explosiones, así también como posibles riesgos dados por la mala manipulación de las instalaciones eléctricas en esta área, por este motivo se ha llegado a la siguiente matriz de riesgos:

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Área: Segunda Planta		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	75	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Docentes	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Administrativo	4	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Guardias de Seguridad	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2
Limpieza	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2

d) Tercera-Quinta Planta, en estas plantas solo se cuenta con aulas de clase. Al ser plantas de aulas, se incrementa los posibles accidentes de trabajo especialmente entre los estudiantes, ya que existen momentos en los cuales los estudiantes corren dentro de los pasillos. Por otra parte disminuyen totalmente los riesgos de explosiones o accidentes por mala manipulación de maquinarias, ya que estas aulas no cuentan con ningún tipo de maquinaria y mucho menos con agentes inflamables. Se concluye que las valoraciones en esta planta serán las siguientes:

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Área: Tercera a Quinta Planta (c/u)		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	120	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Docentes	7	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Administrativos	0	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Guardias de Seguridad	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1
Limpieza	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1

e) **Sexta Planta,** en esta planta a parte de la terraza se encuentran algunas aulas. Al igual que la tercera, cuarta y quinta planta, esta planta no tiene mayor riesgo de accidentes con maquinaria o incendios y explosiones, sin embargo, aún existe riesgo de accidentes de trabajo o caídas por tratarse de terraza en su mayor parte.

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Área: Sexta Planta		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	15	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Docentes	5	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Administrativo	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Guardias de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1

f) **Laboratorios,** al referirnos a los laboratorios se toma en cuenta el laboratorio de hormigones, pavimentos, resistencia de materiales y pavimentos. En este caso, existe un mayor riesgo tanto de accidentes de trabajo, como de maquinaria y de incendios y explosiones, es evidente que se de este aumento debido a que se está hablando de laboratorios en los cuales los estudiantes y laboratoristas manipulan a cada momento elementos inflamables y maquinaria, que de no ser trabajada de la manera adecuada puede significar un riesgo alto para el usuario, es por esto que la matriz de riesgos en el caso de laboratorios se resume a la siguiente:

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Área: Laboratorio		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	2	2	2	2	2	1	2	2	2
Docentes	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2
Administ.	10	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Laborator.	15	2	1	1	2	2	1	2	2	2

A continuación se presentan las tres matrices que se obtienen al ponderar estos pesos, considerando que el máximo número de personas en el edificio es el siguiente: estudiantes 490, docente 22, administrativos 10, guardias de seguridad 2, laboratoristas 15 y limpieza 2:

INFORMACIÓN GENERAL	MATRIZ DE RIESGOS: DEBIDO AL CLIMA								
TOTAL	INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Docentes	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Administrativos	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Guardias de Seguridad	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Laboratoristas	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Limpieza	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
TOTAL	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0

Al analizar estos riesgos se puede ver que la vulnerabilidad es alta tanto en el caso de inundaciones y temporales de viento como en lluvias, sin embargo la gravedad de la ocurrencia es mínima, siendo calificada como 1. Finalmente, la probabilidad de ocurrencia es media en el caso de lluvia y baja en los otros dos casos, para todos los miembros de la comunidad educativa. Si se analiza en conjunto, estos riesgos a pesar de ser tomados

en cuenta al momento de la elaboración de un plan de contingencia, su probabilidad y gravedad hacen que no sean considerados como peligrosos.

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
TOTAL		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	490	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Docentes	22	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Administrativos	10	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Guardias de Seguridad	2	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Laboratoristas	15	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Limpieza	2	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
TOTAL	541	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0

En el caso de riesgos debidos a sismos y volcanes, se puede ver que la gravedad en ambos casos es máxima, viéndose afectada toda la comunidad educativa, mientras que la caída de ceniza es calificada con probabilidad 3, la probabilidad de sismos es calificada como 2, por lo cual la Facultad debería contar con mecanismos de acción eficientes en caso de ocurrir uno de estos fenómenos, sin embargo la vulnerabilidad es solamente de 2 en ambos casos.

INFORMACIÓN GENERAL	RIESGOS ANTRÓPICOS								
TOTAL	ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	1.8	1.0	2.1	1.2	1.3	1.3	1.2	2.0	1.2
Docentes	1.4	1.0	2.0	1.1	1.1	1.5	1.1	1.9	1.1
Administrativos	1.3	1.0	2.0	1.1	1.4	1.7	1.7	2.0	1.4
Guardias de Seguridad	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.8	1.2
Laboratoristas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
Limpieza	1.4	1.2	2.0	1.2	1.4	1.6	1.2	1.8	1.2
TOTAL	1.7	1.0	2.1	1.2	1.3	1.3	1.2	2.0	1.2

Como se puede ver en el caso de riesgos antrópicos, la probabilidad más alta con 1.7 en un rango de 3, está dada por el riesgo de sufrir accidentes de trabajo, siendo los grupos más probables el de estudiantes, al mismo tiempo que son los grupos más vulnerables con 2, en si la Facultad es más vulnerable a sufrir accidentes de trabajo, a pesar de haberse tomado ciertas medidas. En el caso de la gravedad, se tiene que lo más grave con 2.0 ocurre en caso de darse incendios y explosiones, siendo los grupos más afectados el de estudiantes y laboratoristas.

CAPÍTULO 11: CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

- Las amenazas que enfrenta el Distrito Metropolitano de Quito son numerosas siendo de origen natural y antrópico. Estas amenazas se ven incrementadas por la existencia de construcciones que se han realizado sin el debido permiso municipal.
- Las principales amenazas de Quito son el riesgo volcánico y posibles terremotos.
- Para afrontar el riesgo sísmico se ha creado un consejo para la seguridad sísmica de Quito y se ha adoptado un código de construcción eficaz, de todas maneras, la obligatoriedad de su cumplimiento es lo que aún no se asegura. Ventajosamente el edificio de Ingeniería cumple con este código por lo que en cierta manera responderá satisfactoriamente al momento de la emergencia.
- La Facultad de Ingeniería se encuentra ubicada en el centro de Quito, ubicada en la Avenida 12 de Octubre y Veintimilla. A partir de su ubicación se han identificado los siguientes riesgos naturales:
    - La Facultad de Ingeniería se encuentra dentro de la clasificación temporal leve, es decir que según temporales de viento no estaría dentro de riesgo, siendo los vientos que alcanza la misma de 31-62km/h.

- En el caso de lluvias fuertes, su probabilidad de ocurrencia es mediana, sin embargo la gravedad es mínima, y por este mismo motivo no se ha tomado medidas considerables, a nivel constructivo se ha considerado pisos antideslizantes para evitar accidentes o lesiones.
- La Facultad no presenta riesgos ante inundaciones, su probabilidad de ocurrencia es mínima, además en caso de ocurrir la gravedad de los daños no sería de consideración. Por estos motivos, se ha tomado algunas medidas ante este hecho, siendo medidas de prevención, en su mayoría dadas por el tipo de construcción del edificio de Ingeniería.
- La Facultad se encuentra ubicada en zona de riesgo sísmico alto.
- En caso de erupción volcánica, la universidad no se encontrará expuesta a lahares, sin embargo su exposición a la caída de ceniza hace que la probabilidad y la gravedad de los daños sean considerables, para lo cual la Facultad como tal aún no toma las medidas suficientes para enfrentar este hecho.

- El desconocimiento de las personas sobre los mecanismos adecuados para evacuar es un factor de riesgo para la salud por las constantes amenazas naturales y antrópicas que están latentes en la Facultad de Ingeniería.

- La Facultad de Ingeniería no cuenta con un registro de accidentes de trabajo, por lo cual no ha sido posible calcular los índices de accidente y de vulnerabilidad en este aspecto.
- Dentro del Plan de Ordenamiento Provincial de Pichincha debe hacerse énfasis en el manejo de riesgos, y ser a nivel provincial quien de la pauta a las instituciones para que éstas analicen los riesgos a los cuales están expuestos y las medidas a tomarse de modo que la institución sea parte de un todo al momento de una emergencia.
- La Pontificia Universidad Católica cuenta con una matriz de riesgos, la cual debe ser dada a conocer más a fondo por todos los miembros de la comunidad educativa, para que a partir de esta matriz de riesgos general, todas las facultades de la universidad analicen sus propios riesgos más a profundidad y al momento de crear un plan de contingencia global se tome en cuenta todos los aspectos.
- En función de cursos dictados, las horas de mayor afluencia son de 7 a 9 de la mañana los días lunes, con un total de 12 cursos en la escuela de civil y 10 cursos en la escuela de sistemas.
- En la Facultad de Ingeniería permanecen permanentemente 1 persona de seguridad, 2 personas de limpieza, 22 docentes y 10 administrativos, todo esto considerando un caso extremo, es decir asumiendo la hora crítica.
- Por sectores, las plantas de mayor afluencia son desde la tercera a la quinta planta, las cuales son justamente las plantas de aulas de clase.

Sin embargo, hay que considerar que la actividad social en la Facultad de Ingeniería se refleja en la cantidad de estudiantes que permanecen en la Asociación de Escuela y el bar de la facultad, estando alrededor de 50 en un caso crítico.

- El número máximo de alumnos en la Facultad de Ingeniería por hora es de 500 estudiantes, se alcanza este número de estudiantes los días lunes y martes en los horarios de la mañana. Es importante mencionar también que los días viernes la afluencia de estudiantes disminuye.
- En los laboratorios el máximo número de personas es de 35 personas, teniendo a administrativos, laboratoristas y estudiantes.
- El total de miembros de la comunidad por planta en una hora crítica fue el siguiente:
  - Planta baja: 63
  - Primera Planta: 55
  - Segunda Planta: 85
  - Tercera-Quinta Planta: 130 por planta
  - Sexta Planta: 26
- La evaluación de riesgos es todo el conjunto de acciones y procedimientos para identificar los peligros y analizar la vulnerabilidad de una población, de modo que se pueda recomendar medidas de prevención o mitigación para reducir los efectos de los desastres, sin

embargo, esto implica un trabajo multidisciplinario, es por esto que se busca la cooperación de todos los miembros de la comunidad de la Facultad de Ingeniería.

- El edificio de la Facultad de Ingeniería está conformado por 2 bloques con estructuras independientes. El primero de ellos es rectangular con un área de 770m2, mientras que el segundo es irregular semejante a un segmento circular.
- La estructura del edificio es de hormigón armado, consiste de un sistema aporticado, losas nervadas y bidireccionales, cimentación con plintos combinados.
- Según el “Seismic Evaluation for Existing Buildings”, el edificio de Ingeniería se clasifica como:
    - Nivel de Sismicidad.- Alta Sismicidad.
    - Tipo de Edificación según su Uso.- Grupo I.
    - Tipo por su Forma.- Combinación de tipo C1 y C2.
    - Lista de Chequeo a Utilizarse.- Básica.
- El edificio de Ingeniería, basados en las listas de chequeo del Seismic Evaluation for Existing Building, responderá de manera adecuada ante un sismo.
- El Edificio de Ingeniería cumple con los requisitos del reglamento de construcción, por lo cual a nivel estructural o de diseño, se ha mitigado posibles riesgos, que en caso de haber evadido alguno de

estos lineamientos podrían ocurrir con más frecuencia o causar mayores daños en la Facultad.

- Debido a la cantidad de material inflamable en los laboratorios, es necesario que se cree un plan de contingencia en caso de ocurrir un incendio o explosión en los mismos, de modo que toda la comunidad educativa pueda responder adecuadamente ante este hecho.
- A partir de la matriz obtenida de riesgos naturales, se concluye que la vulnerabilidad es alta tanto en el caso de inundaciones y temporales de viento como en lluvias, sin embargo la gravedad de la ocurrencia es mínima, siendo calificada como 1. Además, la probabilidad de ocurrencia es media en el caso de lluvia y baja en los otros dos casos, para todos los miembros de la comunidad educativa.
- En el caso de riesgos debidos a sismos y volcanes, se puede ver que la gravedad en ambos casos es máxima, viéndose afectada toda la comunidad educativa, mientras que la caída de ceniza es calificada con probabilidad 3, la probabilidad de sismos es calificada como 2, por lo cual la Facultad debería contar con mecanismos de acción eficientes en caso de ocurrir uno de estos fenómenos, a pesar de ello la vulnerabilidad es solamente de 2 en ambos casos.
- Para riesgos antrópicos, la probabilidad más alta con 1.7, está dada por el riesgo de sufrir accidentes de trabajo, siendo el grupo más vulnerable el de los estudiantes con una calificación de 2. La

gravedad más alta se obtiene en caso de incendios y explosiones, siendo los más afectados estudiantes y laboratoristas.

- En sí, el riesgo más probable de ocurrencia es la caída de ceniza, sin embargo, no se puede descartar los riesgos antrópicos que al depender de las fallas humanas son propensos de ocurrir. Sin embargo, en casi todos los casos, la facultad ha tomado ciertas medidas, aunque no son las suficientes para afrontar una crisis. En función de los valores dados de probabilidad y vulnerabilidad, es necesario que la Facultad realice un plan adecuado de contingencia que se adapte al plan de contingencia

  de la universidad y a la vez de la ciudad.
- La matriz de riesgos que se ha realizado en el presente trabajo puede ser utilizada por el resto de facultades, de modo que exista un modelo único que permita una ponderación general de las calificaciones de riesgos que se obtengan en cada una.

11.2. Recomendaciones

- Lo ideal al momento de elaborar un plan de contingencia es que el departamento de riesgos de la universidad, trabaje en conjunto con miembros de la facultad de ingeniería y en cooperación con los bomberos, de forma que se estaría actuando tanto a nivel macro como a nivel micro, de modo que las medidas tomadas estarán en función de las acciones que se tomará a nivel universidad y nivel ciudad.

- Un riesgo latente en los laboratorios, es justamente el manejo de las maquinarias, por lo que se recomienda dar una asesoría adecuada a los estudiantes acerca de su uso y los posibles peligros de las mismas para que tomen conciencia y trabajen con el cuidado que las maquinas lo requieren.
- A nivel de país se han tomado ciertas medidas ante los riesgos, sin embargo no son globales, y es justamente eso lo que se requiere para asegurar el éxito de las mismas. Se debe ir desde un nivel macro a un nivel micro, a través de este trabajo se está trabajando solo a nivel micro con el análisis de riesgos para la Facultad de Ingeniería.
- Debido a los riesgos existentes para la Facultad de Ingeniería es importantes que independiente de la actividad, infraestructura y los recursos de la misma, se cuente con un plan de evacuación con el fin de crear una cultura de prevención y preparación para posibles amenazas.
- La universidad debe informarse acerca de la Señalización de Riesgos aprobada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización y trabajar en conjunto con el Municipio de modo que las rutas de evacuación o medidas a tomarse sean coherentes con la acción de la ciudadanía.
- En función de los riesgos existentes para la Facultad de Ingeniería se ha pensado en 3 rutas que deben ser especificadas al momento de plantear el plan de contingencia: La primera de ellas una ruta que sirva para evacuar el edificio, segundo una ruta para evacuar la

universidad, y tercero una ruta que guía a cualquier persona que haya sido víctima de accidente dentro de la Facultad al centro de salud más cercano.

- Se recomienda que la puerta de ingreso a los cubículos de profesores sea modificada, de tal manera que en caso de emergencia permita la salida del personal, actualmente la puerta se encuentra cerrada y su apertura depende de una tarjeta digital, que en caso de falta de electricidad fallará su funcionamiento.
- Se recomienda que las puertas secundarias de ingreso a los laboratorios, tengan dispositivos de apertura de emergencia, es decir que en caso de accidentes los ocupantes puedan evacuar los laboratorios por todas las puertas de salida.
- Se recomienda que todos los documentos que se manejen dentro de la Facultad de Ingeniería, sean digitalizados, de tal manera que en caso de incendio esto no sea un factor que ocasiones mayores daños en caso de iniciarse un incendio.

BIBLIOGRAFÍA

- AYABACA E., 2002, “Peligro por flujos de lodo e inundaciones en el Distrito metropolitano de Quito” en Memorias del seminario: Gestión de riesgos y prevención de desastres. COOPI, FLACSO. Quito, p. 29-39.
- “Cartografía de Riesgos y Capacidades en el Ecuador”.
- Cooperación Científica y Técnica entre el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ) y el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) Programa de investigación “Sistema de Información y Riesgos”
- Del Pino, Inéx. Yépez, Hugo. "Apuntes Para Una Historia Sísmica de Quito". Centro Histórico de Quito, problemática y perspectivas. Serie Quito No 1. Edición I. Municipio de Quito-Junta de Andalucía. 1990.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE DEFENSA CIVIL, “Defensa Civil”. Documentos de difusión.
- Erickson, Jon. El Efecto Invernadero. Madrid, España: Mc. Graw Hill, 1992.
- FERNANDEZ M.A, 1996, “Ciudades en riesgo: degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres”. LA RED, Lima, 192 p.

- Gallegos, H. Identificación y Evaluación de Edificios Sísmicamente Vulnerables. Seminario Internacional de Planeamiento, Diseño, Reparación y Administración de hospitales en zonas Sísmicas. 1989.
- Guerrero, Jesús y Rendón, Iván. Clama Oaxaca Auxilio". *a.m.* Octubre, 2005: 10.
- METZGER P., BERMUDEZ N., 1996, “El medio ambiente urbano en Quito”, Colección Quito Metropolitano, IRD-MDMQ, Quito.
- Valdetaro, Oscar. Criterios y Normas Generales en el Planeamiento Arquitectónico. Lima. Perú. 1968.
- Plan Escolar para Emergencias y Desastres. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Dirección General Sectorial de Defensa Civil, República de Venezuela . Noviembre 1997.
- “Proyecto para el Manejo del Riesgo Sísmico de Quito”. Municipio Metropolitano de Quito. 1995.
- Seismic Evaluation of Existing Buildings (2003). American Society of Civil Engineers. ASCE/SEI 31-03. United States.
- YEPEZ H., 2000, “La vigilancia instrumental de las amenazas naturales como instrumento de toma de decisiones: el caso de dos volcanes en el Ecuador” en La Era Urbana, PGU, Quito, p. 11-12

ANEXOS

Anexo N. 1: Constitución del 2008. Artículos 389 y 390

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional.

El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos

ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.

5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión del riesgo.

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

Según el mandato constitucional la gestión de riesgos opera mediante un ente rector y una estructura descentralizada.

La conformación y fortalecimiento del ente rector y del sistema nacional descentralizado es uno de los desafíos institucionales más importantes de los próximos años.

El Plan Nacional de Desarrollo y la Agenda Nacional Estratégica de Seguridad, Soberanía y Democracia han asumido la gestión de riesgos como eje de sus políticas.

El marco constitucional obliga a los actores de la gestión de riesgos (entidades públicas nacionales, gobiernos provinciales y municipales, Juntas parroquiales, empresas públicas y privadas, Organizaciones No Gubernamentales, cooperación internacional, etc.) a asumir sus responsabilidades, desarrollar sus capacidades e integrar mejor sus esfuerzos para reducir los riesgos en los diferentes campos de su actividad.

ANEXO N. 2: REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Título I. DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.-

Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Capítulo I. SEGURIDAD EN EL PROYECTO.

Art. 18. La construcción, reforma o modificación sustancial que se realicen en el futuro de cualquier centro de trabajo, deberá acomodarse a las prescripciones de la Ley y del presente Reglamento. Los Municipios de la República, al aprobar los planos, deberán exigir que se cumpla con tales disposiciones.

Art.19. El Comité Interinstitucional coordinará con los Municipios la aplicación de las normas legales y reglamentarias.

Art.20. Los Municipios comunicarán al Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos las resoluciones mediante las cuales hubiese negado la aprobación de planos de centros de trabajo.

Capítulo II. EDIFICIOS Y LOCALES

Art.21. SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

1. Todos los edificios, tanto permanentes como provisionales, serán de construcción sólida, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.
2. Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas a que serán sometidos.
3. En los locales que deban sostener pesos importantes, se indicará por medio de rótulos o inscripciones visibles, las cargas máximas que puedan soportar o suspender, prohibiéndose expresamente el sobrepasar tales límites.

Art. 22. SUPERFICIE Y CUBICACIÓN EN LOS LOCALES Y PUESTOS DE TRABAJO. (Reformado por el Art. 13 del Decreto 4217)

1. Los locales de trabajo reunirán las siguientes condiciones mínimas:

a) (Reformado por el Art. 14 del Decreto 4217) Los locales de trabajo tendrán tres metros de altura del piso al techo como mínimo.

2. Los puestos de trabajo en dichos locales tendrán:

a) Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador; y,

b) Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador.

3. (Reformado por el Art. 15 del Decreto 4217) No obstante, en los establecimientos comerciales, de servicio y locales destinados a oficinas y despachos, en general, y en cualquiera otros en que por alguna circunstancia resulte imposible cumplir lo dispuesto en el apartado a) anterior, la altura podrá quedar reducida a 2,30 metros, pero respetando la cubicación por trabajador que se establece en el apartado c), y siempre que se garantice un sistema suficiente de renovación del aire.

4. (Reformado por el Art. 15 del Decreto 4217) Para el cálculo de superficie y volumen, se deducirá del total, el ocupado por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales.

Art. 23. SUELOS, TECHOS Y PAREDES.

1. (Reformado por el Art. 16 del Decreto 4217) El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, liso y continuo. Será de material consistente, no deslizante o susceptible de serio por el uso o proceso de trabajo, y de fácil limpieza. Estará al mismo nivel y en los centros de trabajo donde se manejen líquidos en abundancia susceptibles de formar charcos, los suelos se construirán de material impermeable, dotando al pavimento de una pendiente de hasta el 1,5% con desagües o canales.
2. Los techos y tumbados deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

3. Las paredes serán lisas, pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y desinfectadas.
4. (Reformado por el Art. 17 del Decreto 4217) Tanto los tumbados como las paredes cuando estén, tendrán su enlucido firmemente adherido a fin de evitar los desprendimientos de materiales.

Art. 24. PASILLOS.

1. Los corredores, galerías y pasillos deberán tener un ancho adecuado a su utilización.

2. La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo, No será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina. Cuando existan aparatos con partes móviles que invadan en su desplazamiento una zona de espacio libre, la circulación del personal quedará limitada preferentemente por protecciones y en su defecto, señalizada con franjas pintadas en el suelo, que delimiten el lugar por donde debe transitarse. Las mismas precauciones se tomarán en los centros en los que, por existir tráfico de vehículos o carretillas mecánicas, pudiera haber riesgo de accidente para el personal.

3. (Reformado por el Art. 18 del Decreto 4217) Alrededor de los hornos, calderos o cualquier otra máquina o aparato que sea un foco radiante

de calor, se dejará un espacio libre de trabajo dependiendo de la intensidad de la radiación, que como mínimo será de 1,50 metros. El suelo, paredes y techos, dentro de dicha área será de material incombustible.

4. Los pasillos, galerías y corredores se mantendrán en todo momento libres de obstáculos y objetos almacenados.

Art. 25. RAMPAS PROVISIONALES.-

Las rampas provisionales tendrán un mínimo de 600 milímetros de ancho, estarán construidas por uno o varios tableros sólidamente unidos entre sí, y dotados de listones transversales con una separación máxima entre ellos de 400 milímetros. Para evitar el deslizamiento de la misma deberán estar firmemente anclados a una parte sólida o dispondrán de topes en su parte inferior.

Art. 26. ESCALERAS FIJAS Y DE SERVICIO.

1. (Reformado por el Art. 19 del Decreto 4217) Todas las escaleras, plataformas y descansos ofrecerán suficiente resistencia para soportar una carga móvil no menor de 500 kilogramos por metro cuadrado y con un coeficiente de seguridad de cuatro. (fs=4)
2. Las escaleras y plataformas de material perforado no tendrán intersticios u orificios que permitan la caída de objetos. El ancho máximo de dichos intersticios, en las zonas donde puedan pasar por debajo personas, será de 14 milímetros, y en caso de que dicho

material perforado tuviera orificios con superior abertura, será complementado con una malla metálica que cumpla dicho requisito.

3. (Reformado por el Art. 20 del Decreto 4217) Ninguna escalera debe tener más de 2,70 metros de altura de una plataforma de descanso a otra. Los descansos internos tendrán como mínimo 1.10 metros en la dimensión medida en dirección a la escalera. El espacio libre vertical será superior a 2,20 metros desde los peldaños hasta el techo.

4. Las escaleras, excepto las de servicio, tendrán al menos 900 milímetros de ancho y estarán libres de todo obstáculo. La inclinación respecto de la horizontal, no podrá ser menor de 20 grados ni superior a 45 grados. Cuando la inclinación sea inferior a 20 grados se colocará una rampa y una escalera fija cuando la inclinación sobrepase a los 45 grados. Los escalones, excluidos los salientes, tendrán al menos 230 milímetros de huella y no más de 200 milímetros ni menos de 130 milímetros de altura o contrahuella. En el conjunto de la escalera no existirá variación en la profundidad de la huella ni en la altura de la contrahuella en ningún tramo.

5. Toda escalera de cuatro o más escalones deberá estar provista de su correspondiente barandilla y pasamanos sobre cada lado libre.

6. Las escaleras entre paredes estarán provistas de al menos un pasamano, preferentemente situado al lado derecho en sentido descendente.

7. Las barandillas de las escaleras deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Art. 32, instalándose los pasamanos a 900 milímetros de altura.
8. Las escaleras de servicio, tales como gradas de salas de máquinas o calderos, o las gradas que conducen a plataformas o servicio de máquinas, deben ser al menos de 600 milímetros de ancho.
9. La inclinación de las escaleras de servicio no será mayor de 60 grados y la profundidad de la huella en los escalones no menor de 150 milímetros.
10. Las aberturas de ventanas en los descansos de las gradas, cuando tengan más de 500 milímetros de ancho y el antepecho esté a menos de 900 milímetros sobre el descanso, se resguardará con barras o enrejados para evitar caídas.
11. Se prohíbe la utilización de escaleras de caracol, excepto para las de servicio, indicadas en el numeral 8 de este artículo.

Art. 27. ESCALERAS FIJAS DE SERVICIO DE MÁQUINAS E INSTALACIONES.

1. Las partes metálicas de las escaleras serán de acero, hierro forjado, fundición maleable u otro material equivalente y estarán adosadas sólidamente a los edificios, depósitos, máquinas o elementos que las precisen.
2. En las escaleras fijas la distancia entre el frente de los escalones y las paredes más próximas al lado de ascenso, será por lo menos de 750

milímetros. La distancia entre la parte posterior de los escalones y el objeto fijo más próximo será por lo menos de 160 milímetros. Habrá un espacio libre de 500 milímetros a ambos lados del eje de la escalera, si no está provisto de áreas metálicas protectoras u otros dispositivos equivalentes.

3. Si se emplean escaleras fijas para alturas mayores de 7 metros se instalarán plataformas de descanso cada 7 metros o fracción. Estarán provistas de aros metálicos protectores, con separación máxima de 500 milímetros, o bien dispositivos anti caídas, siendo la distancia máxima de caída libre de un metro.
4. Los asideros verticales de las escaleras fijas deben extenderse hasta un metro por encima del punto superior a que se apliquen, o tener a la misma altura un asidero adicional adecuado de modo que los usuarios de la escalera encuentren el apoyo suficiente. Los peldaños de la escalera no rebasarán el descanso superior.

Art. 28. ESCALERAS DE MANO.

1. Las escaleras de mano ofrecerán siempre las garantías de solidez, estabilidad y seguridad y de aislamiento o incombustión en caso de riesgo de incendio.
2. Cuando sean de madera, los largueros serán de una sola pieza y los peldaños estarán ensamblados y no solamente clavados. La madera empleada será sana, sin corteza y sin nudos que puedan mermar la resistencia de la misma.

3. Las escaleras de madera no deberán pintarse, salvo con barniz transparente, para evitar de que queden ocultos sus posibles defectos.

4. En la utilización de escaleras de mano se adoptarán las siguientes precauciones:

a) Se apoyarán en superficies planas y sólidas y en su defecto sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.

b) De acuerdo a la superficie en que se apoyen estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otros medios antideslizantes en su pie o sujetas en la parte superior mediante cuerdas o ganchos de sujeción.

c) Para el acceso a los lugares elevados sobrepasarán en un metro los puntos superiores de apoyo.

d) El ascenso, descenso y trabajo, se hará siempre de frente a la escalera.

e) Cuando se apoyen en postes se emplearán amarres o abrazadoras de sujeción.

f) No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.

g) Se prohíbe, sobre las mismas, el transporte manual de pesos superiores a 20 kilogramos. Los pesos inferiores podrán transportarse siempre y cuando queden ambas manos libres para la sujeción.

h) La distancia entre el pie y la vertical de su punto superior de apoyo, será la cuarta parte de longitud de la escalera hasta dicho punto de apoyo.

i) Se prohíbe el empalme de dos escaleras, a no ser que en su estructura cuenten con dispositivos especiales preparados para ello.

j) Para efectuar trabajos en escaleras de mano a alturas superiores a los tres metros se exigirá el uso del cinturón de seguridad.

k) Nunca se colocará una escalera de mano frente a una puerta de forma que pudiera interferir la apertura de ésta, a menos que estuviera bloqueada o convenientemente vigilada.

l) La distancia entre peldaños debe ser uniforme y no mayor a 300 milímetros.

5. Las escaleras de mano simples no deben salvar más de 5 metros a menos que estén reforzados en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a 7 metros.

6. Las escaleras de mano para salvar alturas mayores a 7 metros, deberán ser especiales y susceptibles de ser fijadas sólidamente por su cabeza y su base.

7. Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de topes que fijen su apertura en la parte superior y de cadenas, cables o tirantes a moderada tensión como protección adicional.

8. Las partes metálicas de las escaleras serán de acero, hierro forjado, fundición maleable u otro material equivalente.

9. Las escaleras que pongan en comunicación distintos niveles, deberán salvar cada una, solo la altura entre dos niveles inmediatos.

10. Las escaleras de mano deberán ser almacenadas bajo cubierta, en sitio seco y colocadas horizontalmente.

Art. 29. PLATAFORMA DE TRABAJO.

1. Las plataformas de trabajo, fijas o móviles, estarán construidas de materiales sólidos y su estructura y resistencia serán proporcionales a las cargas fijas o móviles que hayan de soportar. En ningún caso su ancho será menor de 800 milímetros.

2. Los pisos de las plataformas de trabajo y los pasillos de comunicación entre las mismas, estarán sólidamente unidos, se mantendrán libres de obstáculos y serán de material antideslizante; además, estarán provistos de un sistema para evacuación de líquidos.

3. Las plataformas situadas a más de tres metros de altura, estarán protegidas en todo su contorno por barandillas y rodapiés de las características que se señala en el Art. 32

4. Cuando se ejecuten trabajos sobre plataformas móviles se aplicarán dispositivos de seguridad que eviten su desplazamiento o caída.

5. Cuando las plataformas descansen sobre caballetes se cumplirán las siguientes normas:

a) Su altura nunca será superior a 3 metros.

b) Los caballetes no estarán separados entre sí más de dos metros.

c) Los puntos de apoyo de los caballetes serán sólidos, estables y bien nivelados.

d) Se prohíbe el uso de caballetes superpuestos.

e) Se prohíbe el empleo de escaleras, sacos, bidones, etc., como apoyo del piso de las plataformas.

Art. 30. ABERTURAS EN PISOS.

1. Las aberturas en los pisos, estarán siempre protegidas con barandillas y rodapiés de acuerdo a las disposiciones del Art. 32.
2. Las aberturas para escaleras estarán protegidas sólidamente por todos los lados y con barandilla móvil en la entrada.
3. Las aberturas para gradas estarán también sólidamente protegidas por todos los lados, excepto por el de entrada.
4. Las aberturas para escotillas, conductos y pozos tendrán barandillas y rodapié s fijos, por dos de los lados, y móviles por los dos restantes, cuando se usen ambos para entrada y salida.
5. Las aberturas en pisos de poco uso, podrán estar protegidas por una cubierta móvil, que gire sobre bisagras, situada al ras del suelo, en cuyo caso, siempre que la cubierta no esté colocada, la abertura estará protegida por barandilla portátil, a lo largo de todo su borde.
6. Los agujeros destinados exclusivamente a inspección podrán ser protegidos por una simple cubierta de resistencia adecuada sin necesidad de bisagras, pero sujeta de tal manera que no se pueda deslizar.
7. Las barandillas móviles u otros medios de protección de aberturas que hayan sido retirados, para dar paso a personas u objetos, se colocarán inmediatamente en su sitio.

Art. 31. ABERTURAS EN PAREDES.-

Las aberturas en las paredes, practicadas a menos de 900 milímetros sobre el piso, que tengan unas dimensiones superiores a 750 milímetros de alto por 500 milímetros de ancho, y siempre que haya peligro de caída al exterior de más de 3 metros de altura, estarán protegidas por barandillas, rejas u otros resguardos que completen la protección hasta 900 milímetros sobre el piso, y serán capaces de resistir una carga mínima de 100 kilogramos aplicada en cualquier punto y en cualquier dirección.

Art. 32. BARANDILLAS Y RODAPIES.

1. Las barandillas y rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes, no tendrán astillas, ni clavos salientes, ni otros elementos similares susceptibles de producir accidentes.
2. La altura de las barandillas será de 900 milímetros a partir del nivel del piso; el hueco existente entre el rodapié y la barandilla estará protegido por una barra horizontal situada a media distancia entre la barandilla superior y el piso, o por medio de barrotes verticales con una separación máxima de 150 milímetros.
3. Los rodapiés tendrán una altura mínima de 200 milímetros sobre el nivel del piso y serán sólidamente fijados.

Art. 33. PUERTAS Y SALIDAS.

1. Las salidas y puertas exteriores de los centros de trabajo, cuyo acceso será visible o debidamente señalizado, serán suficientes en número y anchura, para que todos los trabajadores ocupados en los mismos puedan abandonarlos con rapidez y seguridad.

2. Las puertas de comunicación en el interior de los centros de trabajo reunirán las condiciones suficientes para una rápida salida en caso de emergencia.

3. En los accesos a las puertas, no se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

4. El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200. Cuando exceda de tal cifra, se aumentará el número de aquellas o su ancho de acuerdo con la siguiente fórmula:

Ancho en metros = 0,006 x número de trabajadores usuarios.

5. Se procurará que las puertas abran hacia el exterior.

6. Se procurará que la puerta de acceso a los centros de trabajo o a sus plantas, permanezcan abiertas durante los períodos de trabajo, y en todo caso serán de fácil y rápida apertura.

7. Las puertas de acceso a las gradas no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de longitud igualo superior al ancho de aquellos.

8. En los centros de trabajo expuestos singularmente a riesgos de incendio, explosión, intoxicación súbita u otros que exijan una rápida evacuación serán obligatorias dos salidas, al menos, al exterior, situadas en dos lados distintos del local, que se procurará que permanezcan abiertas o en todo caso serán de fácil y rápida apertura.

9. Ningún puesto de trabajo distará de 50 metros de una escalera que conduzca a la planta de acceso donde están situadas las puertas de salida.

Art. 34. LIMPIEZA DE LOCALES.

1. Los locales de trabajo y dependencias anexas deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.
2. En los locales susceptibles de que se produzca polvo, la limpieza se efectuará preferentemente por medios húmedos o mediante aspiración en seco, cuand9 aquella no fuera posible o resultare peligrosa.
3. Todos los locales deberán limpiarse perfectamente, fuera de las horas de trabajo, con la antelación precisa para que puedan ser ventilados durante media hora, al menos, antes de la entrada al trabajo.
4. Cuando el trabajo sea continuo, se extremarán las precauciones para evitar los efectos desagradables o nocivos del polvo o residuos, así como los entorpecimientos que la misma limpieza pueda causar en el trabajo.
5. Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos, cuya utilización ofrezca mayor peligro. El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasa y otras materias resbaladizas.
6. Los aparatos, máquinas, instalaciones, herramientas e instrumentos, deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza.

7. Se evacuarán los residuos de materias primas o de fabricación, bien directamente por medio de tuberías o acumulándolos en recipientes adecuados que serán incombustibles y cerrados con tapa si los residuos resultan molestos o fácilmente combustibles.
8. Igualmente, se eliminarán las aguas residuales y las emanaciones molestas o peligrosas por procedimientos eficaces.
9. Como líquido de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina y otros derivados del petróleo, se extremarán las medidas de prevención de incendios.
10. La limpieza de ventanas y tragaluces se efectuará, con la regularidad e intensidad necesaria.
11. Para las operaciones de limpieza se dotará al personal de herramientas y ropa de trabajo adecuadas y, en su caso, equipo de protección personal.

Art.41. SERVICIOS HIGIÉNICOS.-

El número de elementos necesarios para el aseo personal, debidamente separados por sexos, se ajustará en cada centro de trabajo a lo establecido en la siguiente tabla:

Elementos	Relación por Número de Trabajadores
Excusados	1 por cada 25 varones o fracción. 1 por cada 15 mujeres o fracción.
Urinarios	1 por cada 25 varones o fracción
Duchas	1 por cada 30 varones o fracción. 1 por cada 30 mujeres o fracción.
Lavabos	1 lavabo por cada 10 trabajadores o fracción.

Art. 42. EXCUSADOS Y URINARIOS

1. Estarán provistos permanentemente de papel higiénico y de recipientes especiales y cerrados para depósito de desechos.

2. Cuando los excusados comuniquen con los lugares de trabajo estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada.

3. Las dimensiones mínimas de las cabinas serán de 1 metro de ancho por 1,20 metros de largo y de 2,30 metros de altura. Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de un colgador. Se mantendrán con la debidas condiciones de limpieza, desinfección y desodorización.

4. (Reformado por el Art. 25 del Decreto 4217) Los urinarios y excusados serán diariamente mantenidos limpios y evacuados por cuenta del empleador.

Art. 43. DUCHAS.

1. Se instalarán en compartimientos individuales para mujeres y comunes para varones y dotados de puertas con cierre interior.

2. Estarán preferentemente situadas en los cuartos vestuarios o próximas a los mismos. Caso contrario se instalarán colgadores para la ropa.

Art. 44. LAVABOS.

1. Estarán provistos permanentemente de jabón o soluciones jabonosas.
2. Cada trabajador dispondrá de sus útiles de aseo de uso personal, como toallas, espejos, cepillos, etc.
3. A los trabajadores que utilicen sustancias grasosas, oleaginosas, pinturas, etc., o manipulen sustancias tóxicas, se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso, que no serán irritantes o peligrosos.
4. En los supuestos de que el agua destinada al aseo personal no fuese potable, se advertirá claramente esta circunstancia, con la correspondiente indicación escrita, perfectamente legible.

Art. 45. NORMAS COMUNES A LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.

1. Los suelos, paredes y techos de los cuartos de aseo, vestuarios, duchas, lavabos y excusados, serán continuos, lisos e impermeables, enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan su limpieza con líquidos desinfectantes.
2. Los empleadores velarán porque todos sus elementos tales como grifos, desagües y regaderas de las duchas, estén siempre en

perfecto estado de funcionamiento y los armarios y asientos aptos para su utilización.

3. Queda prohibido usar estos locales para funciones distintas a las que están destinadas y, en cualquier caso, los trabajadores mantendrán en perfecto estado de conservación tales servicios y locales.

Art. 46. SERVICIOS DE PRIMEROS AUXILIOS

Todos los centros de trabajo dispondrán de un botiquín de emergencia para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores durante la jornada de trabajo. Si el centro tuviera 25 o más trabajadores simultáneos, dispondrá además, de un local destinado a enfermería. El empleador garantizará el buen funcionamiento de estos servicios, debiendo proveer de entrenamiento necesario a fin de que por lo menos un trabajador de cada turno tenga conocimientos de primeros auxilios.

Art.47. EMPRESAS CON SERVICIO MÉDICO.-

En las empresas obligadas a constituir Servicio Médico autónomo o mancomunado, será éste el encargado de prestar los primeros auxilios a los trabajadores que lo requieran, por accidente o enfermedad, durante su permanencia en el centro de trabajo, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Servicio Médico de la Empresa.

Art.48. TRASLADO DE ACCIDENTADOS Y ENFERMOS.-

Prestados los primeros auxilios se procederá, en los casos necesarios, al rápido y correcto traslado del accidentado o enfermo al centro asistencial, en que deba proseguirse el tratamiento.

Para ello, el empresario, en el respectivo lugar de trabajo, facilitará los recursos necesarios para el traslado del enfermo o accidentado, en forma inmediata, al respectivo centro hospitalario.

Además se colocará en lugar visible, sea en las oficinas o en el local del botiquín de urgencia del centro, una relación detallada de las direcciones y teléfonos de la unidad asistencial del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, que corresponda y de otros hospitales cercanos.

ANEXO N. 3. Pasillos y Distancia entre Máquinas en la Facultad de Ingeniería

Fotografía N. 1: Distancia entre Máquinas y Líneas de Seguridad



Descripción: La distancia entre las máquinas y líneas de seguridad varía de 60cm a 150 cm.

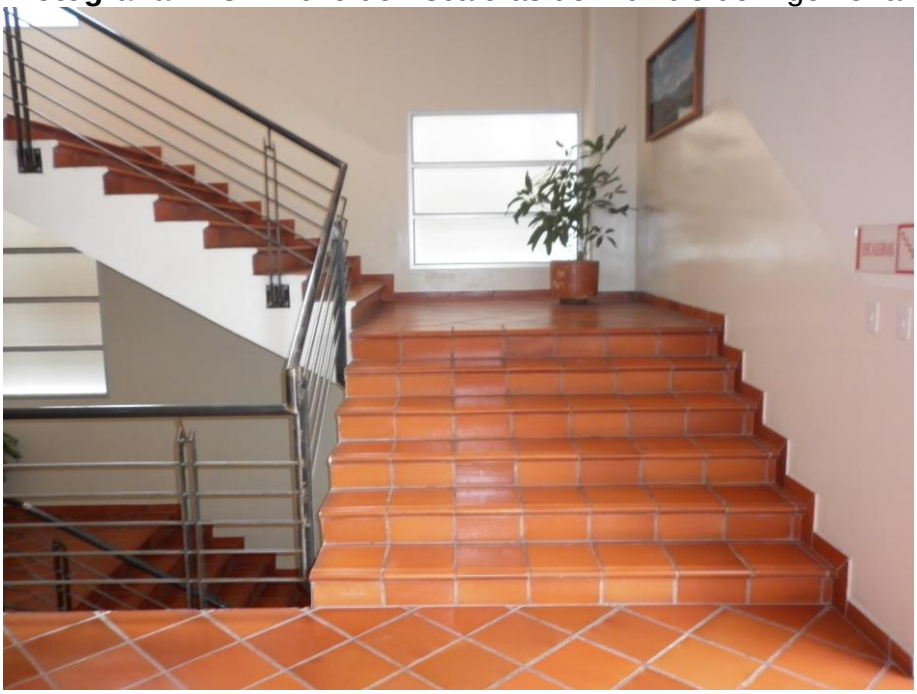
ANEXO N. 4. ESCALERAS FIJAS Y DE SERVICIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Fotografía N.2: Ancho de Escaleras del Laboratorio



Descripción: El ancho de las escaleras en el laboratorio es de 1 metro de ancho.

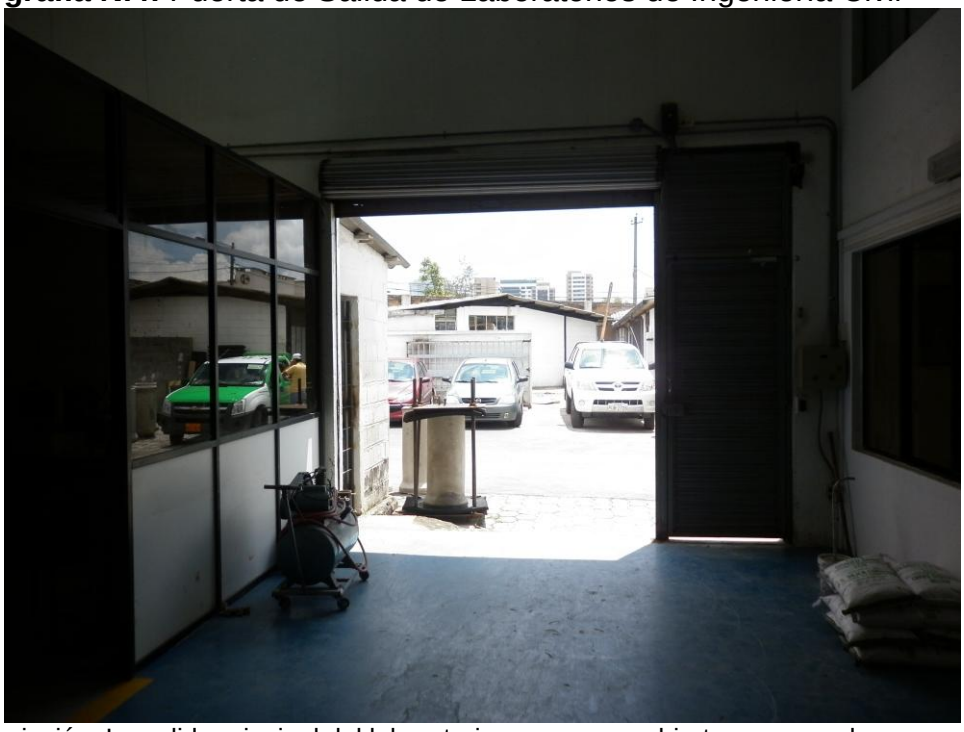
Fotografía N. 3: Ancho de Escaleras del Edificio de Ingeniería



Descripción: Las escaleras del nuevo edificio de Ingeniería cumplen con todas las especificaciones técnicas, su ancho es de 2metros, además se conectan con la salida principal del edificio y la secundaria que da hacia la Asociación de Escuela.

ANEXO N. 5. PUERTAS Y SALIDAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA

Fotografía N.4: Puerta de Salida de Laboratorios de Ingeniería Civil



Descripción: La salida principal del laboratorio permanece abierta, en caso de evacuación esta sería la salida principal.



Descripción: Salida del laboratorio, permanece cerrada la mayor parte del tiempo.

Fotografía N. 5: Puerta de Acceso a Cubículos de Docentes de la Facultad de Ingeniería



Descripción: Salida de la Cubículos de Profesores, las puertas permanecen cerradas y solo puede accederse con el uso de una tarjeta electrónica.

Fotografía N. 6: Puerta de Salida Principal del Edificio de Ingeniería



Descripción: La salida principal del Edificio de Ingeniería permanece abierta todo el tiempo, además que cumple con las especificaciones y su apertura como se muestra en la fotografía es hacia afuera.

Fotografía N. 7: Salida del Edificio de Ingeniería hacia la Asociación de Escuela



Descripción: Salida del edificio de Ingeniería hacia la Asociación de Escuela lindando con la Universidad Politécnica, cumple con todas las especificaciones, al igual que la salida principal esta siempre permanece abierta.

ANEXO N. 6: CURSOS OFRECIDOS PARA LA ESCUELA DE CIVIL

FACULTAD DE INGENIERIA NÚMERO DE CUPOS POR MATERIA CARRERA: INGENIERIA CIVIL				
N°	**Asignatura**	**Cupo Max**	**Ocu Min**	**# Matriculados**
1	Administración de Empresas Constructoras I	30	15	30
2	Administración de Empresas Constructoras II	30	15	13
3	Algebra/Paralelo 1	35	15	31
4	Algebra/Paralelo 2	35	15	31
5	Algebra/Paralelo 3	35	15	29
6	Algebra Lineal y Geometría Analítica	30	15	29
7	Análisis Dinámico de Estructuras	30	15	17
8	Análisis Estructural I	35	15	33
9	Análisis Estructural II	40	15	21
10	Análisis Matemático: Cálculo Diferencial	37	15	35
11	Análisis Matemático: Cálculo Integral/Paralelo 1	35	15	25
12	Análisis Matemático: Cálculo Integral/Paralelo 2	35	15	25
13	Análisis Matricial de Estructuras	30	15	19
14	Análisis Vectorial /Paralelo 1	30	15	26
15	Análisis Vectorial /Paralelo 2	30	15	26
16	Análisis Vectorial /Paralelo 3	20	10	11
17	Centrales Hidroeléctricas	30	15	16
18	Cimentaciones/Paralelo 1	30	15	19
19	Cimentaciones/Paralelo 2	20	5	11
20	Computación Aplicada al Análisis Estructural	27	15	26
21	Comunicación Oral y Escrita/Paralelo 1	32	15	31
22	Comunicación Oral y Escrita/Paralelo 2	32	15	28
23	Comunicación Oral y Escrita/Paralelo 3	32	15	29
24	Dibujo y Geometría Descriptiva/Paralelo 1	30	15	29
25	Dibujo y Geometría Descriptiva/Paralelo 2	30	15	29
26	Dinámica	30	15	14
27	Diseño de Estructuras Metálicas y de Madera	30	15	12
28	Diseño de Pavimentos	30	15	21
29	Diseño de Sismoresistente	30	15	20
30	Ecuaciones Diferenciales	30	15	9

N°	Asignatura	Cupo Max	Ocu Min	# Matriculados
31	Elementos de Arquitectura y Urbanismo	30	15	14
32	Estadística/Paralelo 1	30	15	22
33	Estadística/Paralelo 2	30	15	27
34	Estática	30	15	11
35	Ética Profesional	30	15	11
36	Fiscalización de Obras	30	15	16
37	Física General/Paralelo 1	35	15	30
38	Física General/Paralelo 2	35	15	31
39	Física General/Paralelo 3	35	15	31
40	Física II y Laboratorio/ Paralelo 1	25	15	23
41	Páctica Física II y Laboratorio/ Paralelo 1	25	15	23
42	Física II y Laboratorio/ Paralelo 2	25	15	16
43	Práctica Física II y Laboratorio/ Paralelo 2	25	15	16
44	Física I y Laboratorio	45	15	45
45	Práctica Física I y Laboratorio	45	15	45
46	Geología	32	15	31
47	Geometría/Paralelo 1	35	15	31
48	Geometría/Paralelo 2	35	15	30
49	Geometría/Paralelo 3	35	15	28
50	Geotecnia	30	15	22
51	Hidraúlica Aplicada	40	15	38
52	Hidraúlica General	30	15	19
53	Hidrología	30	15	27
54	Hormigón Armado I	37	15	37
55	Hormigón II	30	15	22
56	Hormigón Presforzado	30	15	29
57	Impacto Ambiental	32	15	31
58	Ingeniería de Costos	35	15	32
59	Instalaciones Eléctricas	30	15	19
60	Instalaciones Sanitarias	30	15	13
61	Introducción a la Ingeniería/Paralelo 1	35	15	30
62	Introducción a la Ingeniería/Paralelo 2	35	15	29
63	Introducción a la Ingeniería/Paralelo 3	35	15	28
64	Jesucristo y la Persona de Hoy/ Paralelo 1	30	15	28
65	Jesucristo y la Persona de Hoy/ Paralelo 2	30	15	25
66	Laboratorio de Hormigones/Teoría 1	30	15	7
67	Laboratorio de Hormigones/Práctica 1	30	15	7
68	Laboratorio de Hormigones/Teoría 2	10	3	6
69	Laboratorio de Hormigones/Práctica 2	10	3	6
70	Laboratorio de Hormigones/Teoría 2	10	3	6

N°	Asignatura	Cupo Max	Ocu Min	# Matriculados
71	Laboratorio de Hormigones/Práctica 2	10	3	6
72	Laboratorio de Hormigones/Teoría 3	10	3	1
73	Laboratorio de Hormigones/Práctica 3	10	3	1
74	Laboratorio de Pavimentos/ Grupo 1	30	15	5
75	Laboratorio de Pavimentos/ Grupo 2	10	3	4
76	Laboratorio de Pavimentos/ Grupo 3	10	3	4
77	Laboratorio de Pavimentos/ Grupo 4	10	3	3
78	Laboratorio de Pavimentos/ Grupo 5	10	3	4
79	Laboratorio de Resistencia de Materiales	30	15	27
80	Legislación	30	15	13
81	Maquinaria y Equipo de Construcción	37	15	36
82	Materiales de Construcción I: Hormigones	30	15	19
83	Materiales de Construcción II	30	15	30
84	Mecánica de Fluidos	35	15	35
85	Mecánica de Suelos I/ Grupo 1	30	15	13
86	Mecánica de Suelos I/ Grupo 2	30	15	3
90	Mecánica de Suelos II	30	15	30
91	Mecánica de Suelos II/ Práctica	30	15	30
92	Métodos Numéricos/Paralelo 1	28	15	28
93	Métodos Numéricos/Paralelo 2	26	15	19
94	Obras Civiles	30	15	29
95	Planeación II: Programación de Obras	30	15	13
96	Planificación del Transporte	30	10	27
97	Programación de Computadores/ Paralelo 1	30	15	12
98	Programación de Computadores/ Paralelo 2	20	5	11
99	Puentes	30	15	18
100	Química General/ Paralelo 1	35	15	31
101	Química General/ Paralelo 2	35	15	31
102	Química General/ Paralelo 3	35	15	29
103	Resistencia de Materiales I	35	15	35
104	Resistencia de Materiales II	30	15	15
105	Sanitaria III: Agua Potable y Alcantarillado	30	15	20
106	Sanitaria II: Tratamiento de Aguas	35	15	35
107	Sanitaria I: Saneamiento Rural	30	15	13
108	Topografía I/ Práctica	30	15	20
109	Topografía I	30	15	20
110	Topografía II	34	15	32
111	Topografía II/Práctica	34	15	32
112	Trazado de Carreteras	30	15	12
113	Trazado de Carreteras/Práctica	30	15	12
114	Trigonometría/ Paralelo 1	37	15	31

ANEXO N. 7. CURSOS OFRECIDOS PARA LA ECUELA DE SISTEMAS

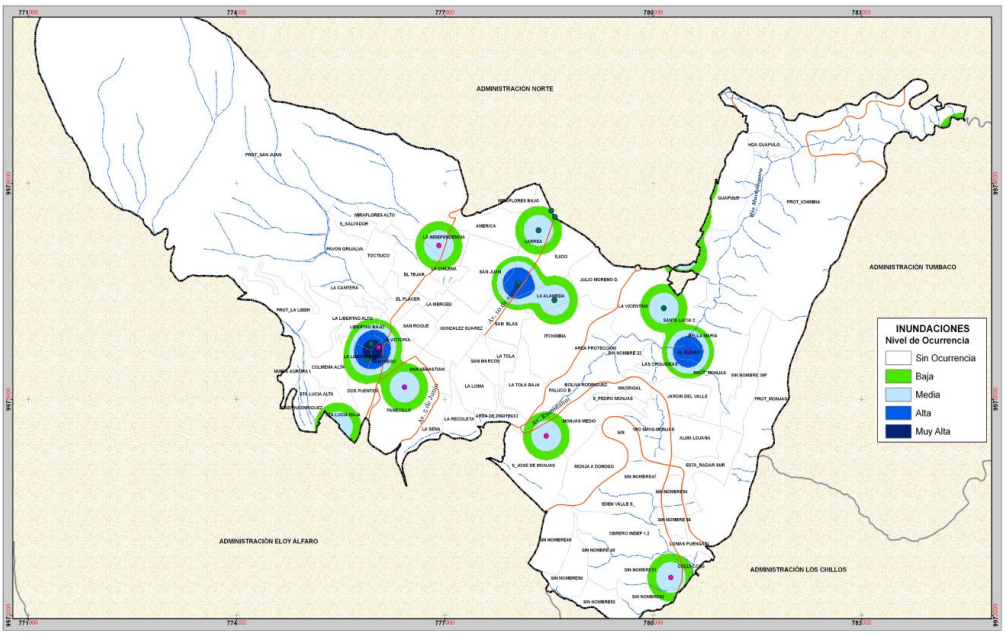
FACULTAD DE INGENIERIA NÚMERO DE CUPOS POR MATERIA CARRERA: INGENIERIA EN SISTEMAS				
N°	**Asignatura**	**Cupo Max**	**Ocu Min**	**# Matriculados**
1	Algebra Lineal	30	15	20
2	Aplicaciones Difusas	30	15	13
3	Bases de Datos I/Paralelo 1	30	15	28
4	Bases de Datos I/Paralelo 2	30	15	28
5	Bases de Datos II/Paralelo 1	30	15	15
6	Bases de Datos II/Paralelo 2	30	15	15
7	Cálculo Diferencial	30	15	18
8	Cálculo Integral	30	15	18
9	Cálculo Proposicional y Predicados	30	15	19
10	Compiladores e Intérpretes	30	15	18
11	Comunicación Oral y Escrita/ Paralelo 1	20	15	14
12	Comunicación Oral y Escrita/ Paralelo 2	20	15	11
13	Comunicación Oral y Escrita/ Paralelo 3	20	15	20
14	Contabilidad Básica	30	15	19
15	Contabilidad de Costos	30	15	14
16	Diseño de Lenguajes y Autómatas	30	15	18
17	Diseño Lógico de Sistemas Operativos/Paralelo 1	30	15	13
18	Diseño Lógico de Sistemas Operativos/Paralelo 2	30	15	13
19	Economía	30	15	23
20	Ecuaciones Diferenciales	30	15	13
21	Educación Física	30	15	28
22	Electrología y Circuitos Lógicos/P.1	30	15	20
23	Electrología y Circuitos Lógicos/P. 2	30	15	20
24	Estadística	30	15	20
25	Estructura de Datos I	30	15	22
26	Estructuras de Datos II	30	15	12
27	Etica Personal, Social y Profesional	30	15	24
28	Evaluación de Sistemas	30	15	23
29	Finanzas	30	15	30
30	Física I/ Paralelo 1	20	15	16
31	Física I/ Paralelo 2	20	15	15
32	Física I/ Paralelo 3	20	15	11

N°	Asignatura	Cupo Max	Ocu Min	# Matriculados
33	Física I/ Paralelo 4	20	15	13
34	Física I/ Paralelo 5	20	15	20
35	Física I/ Paralelo 6	20	15	19
36	Física II/ Paralelo 1	30	15	21
37	Física II/ Paralelo 2	30	15	21
38	Geometría/ Paralelo 1	20	15	16
39	Geometría/ Paralelo 2	20	15	12
40	Geometría/ Paralelo 3	20	15	20
41	Gestión de Proyectos	30	15	20
42	Graficación y Animación	30	15	23
43	Informática Legal	30	15	19
44	Ingeniería de Software I	30	15	30
45	Ingeniería de Software II/ Paralelo 1	30	15	14
46	Ingeniería de Software II/ Paralelo 2	30	15	14
47	I. Metodológicos e Investigación	30	15	14
48	Inteligencia Artificial I	30	15	21
49	Inteligencia Artificial II	35	15	32
50	Introducción a la Computación/ Paralelo 1	20	15	14
51	Introducción a la Computación/ Paralelo 2	20	15	11
52	Introducción a la Computación/ Paralelo 3	20	15	20
53	Investigación de Operaciones	30	15	18
54	Jesucristo y la Persona de Hoy	30	15	21
55	Lenguajes de Programación/ Paralelo 1	30	15	11
56	Lenguajes de Programación/ Paralelo 2	30	15	11
57	Lógica Difusa y Aplicaciones Lógicas	30	15	18
58	Matemática Básica/ Paralelo 1	21	15	18
59	Matemática Básica/ Paralelo 2	20	15	12
60	Matemática Básica/ Paralelo 3	23	15	21
61	Matemáticas Discretas	30	15	28
62	Mercadeo	30	15	17
63	Métodos Numéricos/Paralelo1	30	15	15
64	Métodos Numéricos/Paralelo2	30	15	15
65	Métodos Numéricos/Paralelo3	20	10	15
66	Métodos Numéricos/Paralelo4	20	10	15
67	Nuevas Técnicas de Programación	30	15	17
68	Organización y Arquitectura de Computadores	30	15	13
69	Planificación de Sistemas	30	15	27
70	Procesamiento de Imágenes	30	15	19
71	Procesos y Calidad	30	15	17
72	Programación Avanzada/ Paralelo 1	30	15	18

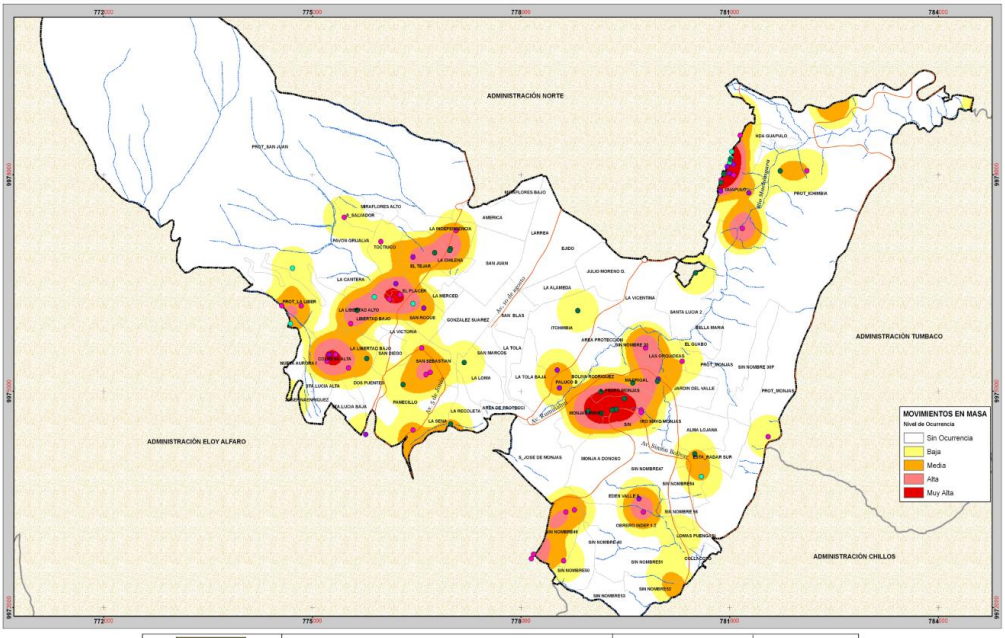
N°	Asignatura	Cupo Max	Ocu Min	# Matriculados
73	Programación Avanzada/ Paralelo 2	30	15	18
74	Programación Básica	30	15	24
75	Programación Orientada a Objetos y Eventos/ Paralelo 1	30	15	12
76	Programación Orientada a Objetos y Eventos/ Paralelo 2	30	15	12
77	Redes/ Paralelo 1	30	15	13
78	Redes/ Paralelo 2	30	15	13
79	Simulación	30	15	27
80	Sistemas de Información Geográfica/ Paralelo 1	30	15	15
81	Sistemas de Información Geográfica/ Paralelo 2	30	15	15
82	Sistemas Operativos	30	15	12
83	Teoría de la Información	30	15	21
84	Teoría de Sistemas/ Paralelo 1	30	15	13
85	Teoría de Sistemas/ Paralelo 2	30	15	13

ANEXO N. 8. AMENAZA DE INUNDACIONES PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA

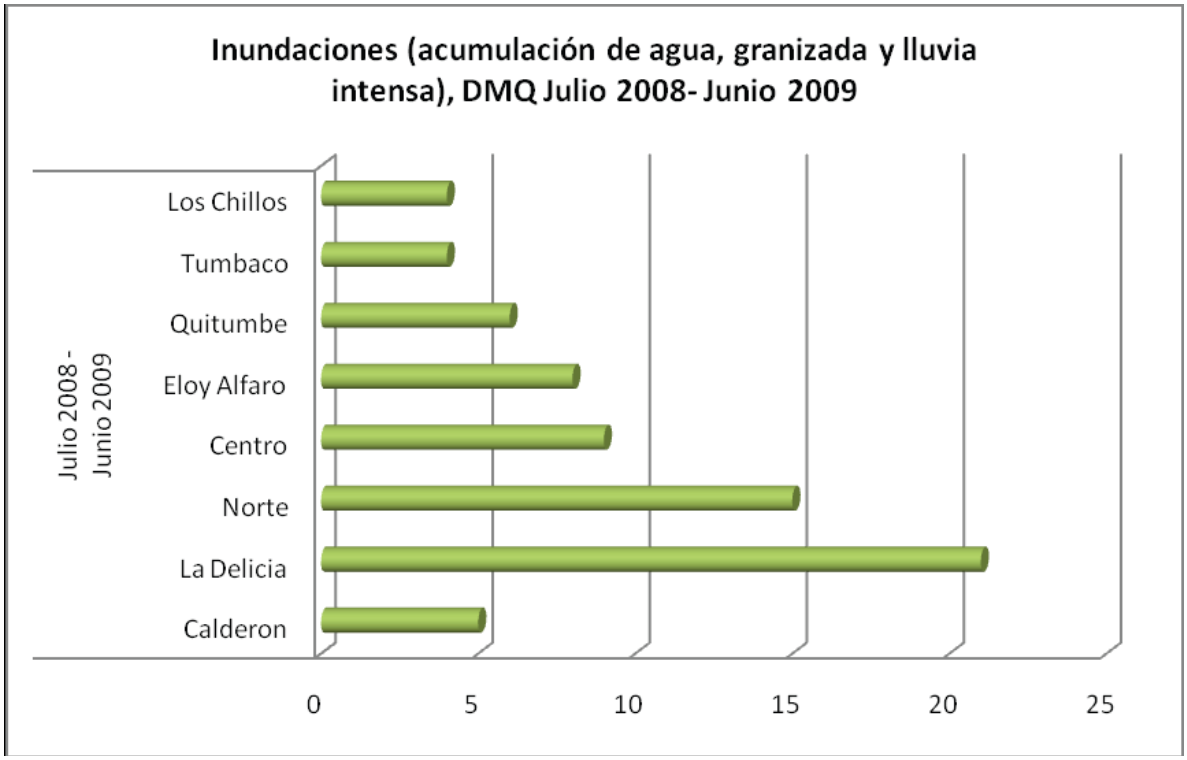
DENSIDAD DE OCURRENCIA POR INUNDACIONES EN LOS PERIODOS DEL 2005/2009 - CENTRO



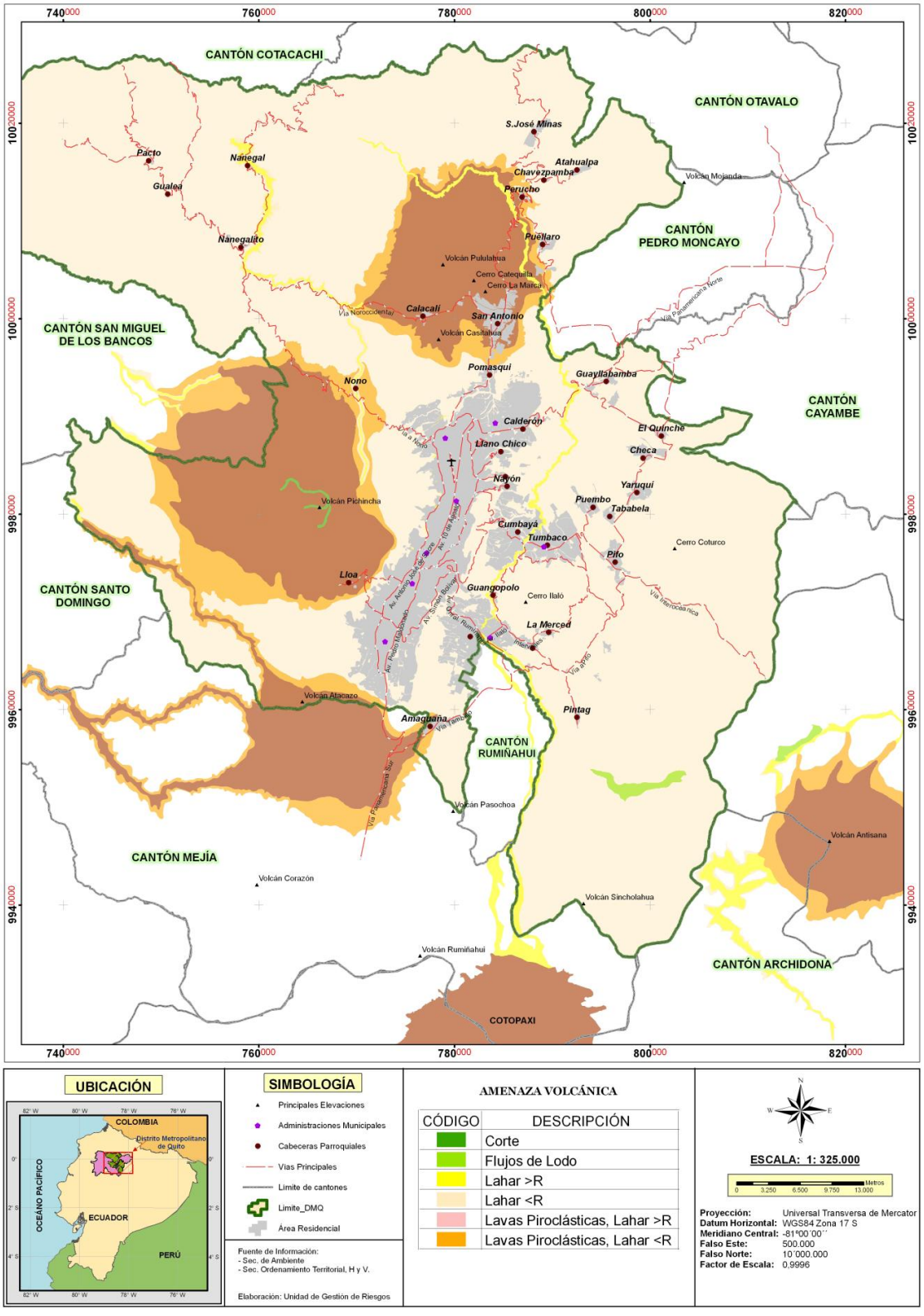
DENSIDAD DE OCURRENCIA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS PERIODOS DEL 2005/2009 - CENTRO



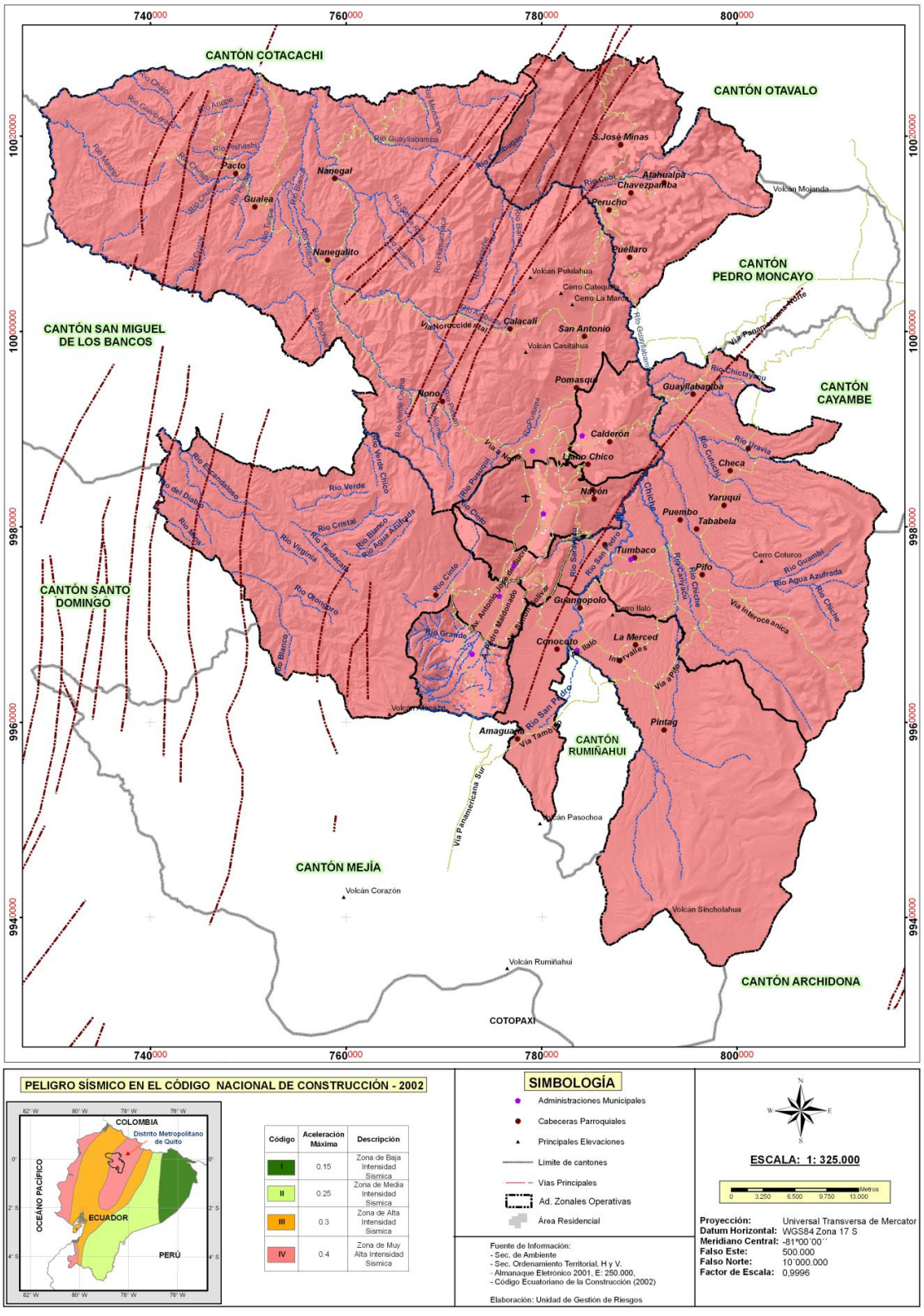



Inundaciones (acumulación de agua, granizada y lluvia intensa), DMQ Julio 2008- Junio 2009
Julio 2008 - Junio 2009
Los Chillos
Tumbaco
Quitumbe
Eloy Alfaro
Centro
Norte
La Delicia
Calderon
0
5
10
15
20
25

ANEXO N. 9: AMENAZA VOLCÁNICA PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA



ANEXO N.10: AMENAZA SÍSMICA PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA



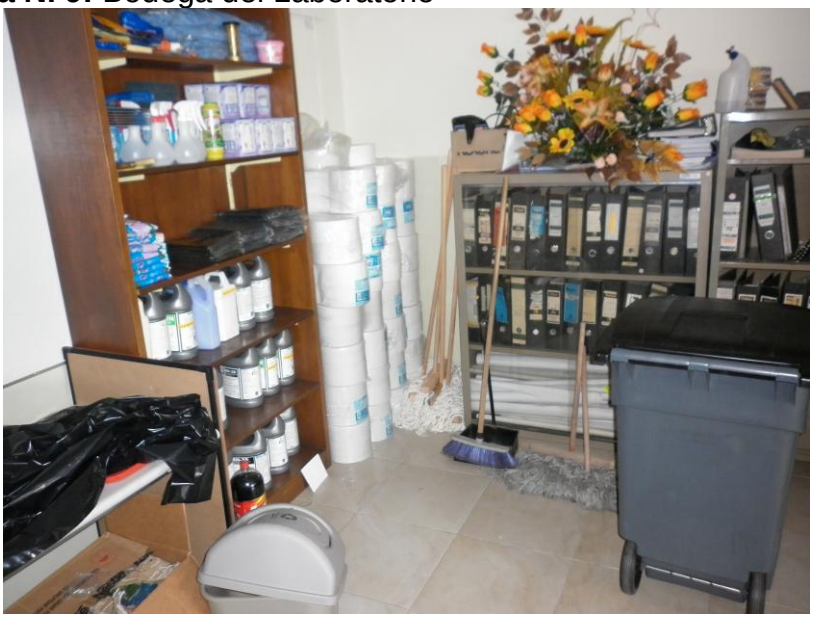
ANEXO N. 11: ACUMULACIÓN DE PAPEL EN ÁREAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Fotografía N. 8: Bodega de la Facultad de Ingeniería



Descripción: Bodega de la Facultad de Ingeniería 18kg aproximados de papel.

Fotografía N. 9: Bodega del Laboratorio



Descripción: Bodega de Laboratorio de la Facultad de Ingeniería 22kg aproximados de papel.

ANEXO N. 12: FORMATO DE MATRIZ DE RIESGOS PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA

MATRIZ DE RIESGOS PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA (PUCE)

INFORMACIÓN GENERAL		TIPO DE RIESGO											
Area:		SUBCATEGORÍA			SUBCATEGORÍA			SUBCATEGORÍA					
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V			
Estudiantes													
Docentes													
Administrativos													
Guardias de Seguridad													
Limpieza													

ANEXO N. 13

MATRICES DE RIESGOS PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

MATRIZ DE RIESGOS DEBIDOS AL CLIMA PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA (PUCE)

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: DEBIDO AL CLIMA								
Area: Planta Baja		INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	50	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Docentes	0	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Administrativos	10	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Guardias de Seguridad	1	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Limpieza	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: DEBIDO AL CLIMA								
Area: Primera Planta		INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Docentes	22	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Administrativos	10	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Guardias de Seguridad	1	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Limpieza	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: DEBIDO AL CLIMA								
Area: Segunda Planta		INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	75	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Docentes	3	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Administrativos	4	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Guardias de Seguridad	1	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Limpieza	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: DEBIDO AL CLIMA								
Area: Tercera a Quinta Planta (c/u)		INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	120	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Docentes	7	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Administrativos	0	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Guardias de Seguridad	1	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Limpieza	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: DEBIDO AL CLIMA								
Area: Sexta Planta		INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	15	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Docentes	4	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Administrativos	0	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Guardias de Seguridad	1	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Limpieza	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: DEBIDO AL CLIMA								
Area: Laboratorio		INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Docentes	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Administrativos	10	1	1	2	1	1	3	2	1	3
Laboratoristas	15	1	1	2	1	1	3	2	1	3

MATRIZ GENERAL DE RIESGOS DEBIDOS AL CLIMA

INFORMACIÓN GENERAL		MATRIZ DE RIESGOS: DEBIDO AL CLIMA								
TOTAL		INUNDACIONES			TEMPORAL DE VIENTO			LLUVIAS		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	490	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Docentes	22	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Administrativos	10	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Guardias de Seguridad	2	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Laboratoristas	15	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
Limpieza	2	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0
TOTAL	541	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	3.0

MATRIZ DE RIESGOS POR SISMOS Y VOLCANES PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA (PUCE)

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
Area: Planta Baja		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	50	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Docentes	0	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Administrativos	10	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Guardias de Seguridad	1	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Limpieza	2	3	3	2	2	3	2	1	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
Area: Primera Planta		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Docentes	22	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Administrativos	10	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Guardias de Seguridad	1	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Limpieza	2	3	3	2	2	3	2	1	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
Area: Segunda Planta		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	75	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Docentes	3	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Administrativos	4	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Guardias de Seguridad	1	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Limpieza	2	3	3	2	2	3	2	1	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
Area: Tercera a Quinta Planta (c/u)		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	120	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Docentes	7	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Administrativos	0	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Guardias de Seguridad	1	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Limpieza	2	3	3	2	2	3	2	1	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
Area: Sexta Planta		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	15	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Docentes	4	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Administrativos	0	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Guardias de Seguridad	1	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Limpieza	2	3	3	2	2	3	2	1	1	3

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
Area: Laboratorio		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Docentes	2	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Administrativos	10	3	3	2	2	3	2	1	1	3
Laboratoristas	15	3	3	2	2	3	2	1	1	3

MATRIZ GENERAL DE RIESGOS: SISMOS Y VOLCANES

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS NATURALES: SISMOS Y VOLCANES								
TOTAL		CAÍDA DE CENIZA			SISMOS			LAHARES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	490	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Docentes	22	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Administrativos	10	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Guardias de Seguridad	2	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Laboratoristas	15	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
Limpieza	2	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0
TOTAL	541	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0

MATRIZ DE RIESGOS ANTRÓPICOS PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA (PUCE)

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Area: Planta Baja		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	50	2	1	3	1	2	2	1	2	1
Docentes	0	2	1	3	1	2	2	1	2	1
Administrativos	10	2	1	3	1	2	2	2	2	1
Guardias de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Limpieza	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Area: Primera Planta		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Docentes	22	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Administrativos	10	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Guardias de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Limpieza	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Area: Segunda Planta		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	75	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Docentes	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Administrativos	4	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Guardias de Seguridad	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2
Limpieza	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Area: Tercera a Quinta Planta (c/u)		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	120	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Docentes	7	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Administrativos	0	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Guardias de Seguridad	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1
Limpieza	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Area: Sexta Planta		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	15	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Docentes	4	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Administrativos	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Guardias de Seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpieza	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
Area: Laboratorio		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	20	2	2	2	2	2	1	2	2	2
Docentes	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2
Administrativos	10	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Laboratoristas	15	2	1	1	2	2	1	2	2	2

MATRIZ GENERAL DE RIESGOS ANTRÓPICOS

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS ANTRÓPICOS								
TOTAL		ACCIDENTES DE TRABAJO			MAQ. DE LABORATORIOS			INCENDIO Y EXPLOSIONES		
Grupo	N.	P	G	V	P	G	V	P	G	V
Estudiantes	490	1.8	1.0	2.1	1.2	1.3	1.3	1.2	2.0	1.2
Docentes	22	1.4	1.0	2.0	1.1	1.1	1.5	1.1	1.9	1.1
Administrativos	10	1.3	1.0	2.0	1.1	1.4	1.7	1.7	2.0	1.4
Guardias de Seguridad	2	1.2	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.8	1.2
Laboratoristas	15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
Limpieza	2	1.4	1.2	2.0	1.2	1.4	1.6	1.2	1.8	1.2
TOTAL	541	1.7	1.0	2.1	1.2	1.3	1.3	1.2	2.0	1.2