

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

**CÉSAR DAVID MARTÍNEZ JARQUÍN
FRANCISCO JAVIER MORALES MONTEJO
GIOVANNI ANTONIO REYES HERNÁNDEZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIA GENERAL:

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTORA:

DRA. TANIA TORRES RIVERA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO QUÍMICO

Título:

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PRESENTADO POR:

**CÉSAR DAVID MARTÍNEZ JARQUÍN
FRANCISCO JAVIER MORALES MONTEJO
GIOVANNI ANTONIO REYES HERNÁNDEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

DOCENTE ASESORA:
ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO DE AYALA

San Salvador, Marzo 2018

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesora:

ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO DE AYALA

Agradecimientos

Dedicatoria por: **César David Martínez Jarquín**

Primeramente, agradecer a Dios Todopoderoso por todas las bendiciones recibidas, por darme salud y fuerzas y permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mis padres **Miguel Ángel Martínez** y **Manuela Teresa Jarquín de Martínez** por haberme forjado como la persona que soy, gracias por estar presente no sólo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y guiándome en todo momento para ser una mejor persona.

Mi equipo de proyecto Giovanni Reyes y Francisco Morales, que con quienes compartimos y enfrentamos todo tipo de adversidades con el fin de culminar con éxito nuestro proyecto.

A mis compañeros, amigos y todas las personas que me apoyaron en todo mi proceso formativo; los que me aconsejaron para convertirme en la persona que soy ahora.

Y un agradecimiento especial a nuestra instructora, mentora y amiga **Ing. Eugenia Gamero de Ayala**, quien con paciencia y dedicación a estado a nuestro lado en todo el proceso de nuestro proyecto. Por todo esto ¡Muchas gracias!

“En este lugar no perdemos demasiado tiempo mirando hacia atrás. Camina hacia el futuro, abriendo nuevas puertas y probando cosas nuevas, sé curioso... porque nuestra curiosidad siempre nos conduce por nuevos caminos.”

Walt Disney

Dedicatoria por: ***Francisco Javier Morales Montejo***

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por siempre ser mi guía de camino y a quien le debo la bendición de haber culminado mis estudios exitosamente. Con mucho cariño y agradecimiento total hacia mis amados padres **MARLENE LISSETH MONTEJO DE MORALES** y **FRANCISCO ALFREDO MORALES GALDÁMEZ**, que a lo largo de toda mi formación profesional fueron mi mayor apoyo y jamás me permitieron darme por vencido y les agradezco siempre haberme proporcionado todo lo necesario para dedicarme completamente a la culminación de la carrera.

Agradezco a mi familia por siempre llenarme de positivismo y mucha motivación para entregar lo mejor a lo largo de estos años de estudio. Por último, agradezco a mis compañeros de investigación, ya que juntos ha sido posible llegar a esta instancia con un gran trabajo en equipo y mucha dedicación de parte de cada uno.

Dedicatoria por: ***Giovanni Antonio Reyes Hernández***

Primeramente, quiero agradecer a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por permitirme superar cada obstáculo para lograr mis metas.

Todo se lo debo a mis padres y familiares que me apoyaron en todo este trayecto de formación educativa superior, mis padres **Lorena Hernández** y **Oscar Antonio Reyes**, mis tíos que siempre me apoyaron y me ayudaron a perseverar, **Rosa Espino Acosta** y **Mario Espino**.

Gracias a todos mis compañeros de Universidad que conocí y logre hacer una buena amistad, son una parte muy importante en mi vida, a mis mejores amigos Flavio, Bran, Adela, Ana María, Jacky, les agradezco un montón todo este tiempo y esfuerzo compartido a través de todos estos años de estudio y amistad incondicional.

Agradecimientos especiales a nuestra asesora de trabajo de graduación, **Inga. Eugenia Gamero**, por ser nuestra guía durante todo el desarrollo de carrera y hasta la culminación de ella. Gracias también a buenos docentes que compartieron su conocimiento y vocación durante esta etapa, Inga. Delmy Rico Peña, Inga. Tania Torres e Ing. Marvin Ramírez.

¡Gracias por todo!

RESUMEN

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA), como parte integral de la Universidad de El Salvador, es una institución formadora de profesionales competentes, responsables y éticos, en las áreas de la ingeniería y la arquitectura; generadora de alternativas de solución a los problemas nacionales en sus áreas de competencia, promoviendo el desarrollo tecnológico, científico, social, cultural y económico; además promotora de la vinculación con los sectores productivos y sociales, tanto públicos como privados, así como nacionales e internacionales.(Ref. <http://www.fia.ues.edu.sv/>).

Muchas de las actividades que se llevan a cabo día con día en la FIA, tanto actividades académicas como administrativas, interactúan de alguna manera con el entorno; por ejemplo, consumen recursos naturales, modifican el paisaje, producen residuos y emisiones, etc; es decir, generan cambios en las condiciones ambientales que pueden ser muy variables en cuanto a su significancia, magnitud, duración, extensión, etc.

Por lo que con la realización del presente trabajo de investigación se identificaron todos aquellos factores que se ven afectados por el desarrollo de las actividades diarias propias de la FIA, se determinaron los efectos de todos aquellos impactos negativos en el medio ambiente y en la calidad de vida de la población universitaria. Para llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental, se utilizó la metodología de criterios relevantes integrados (VIA), que consistió en la realización de un análisis multicriterio.

A partir de la identificación de las actividades desarrolladas día a día y las condiciones de la línea base en el territorio de la FIA fue posible determinar 17 impactos ambientales generados en la zona de estudio, entre los cuales se

encuentra el agua superficial, uso de energía eléctrica, generación de gases de efecto invernadero, generación de desechos sólidos y la impermeabilidad del suelo.

Los impactos se clasificaron de acuerdo con la puntuación obtenida con base en los criterios del método utilizado, 3 impactos de nivel muy alto, 10 de nivel alto y 4 de nivel medio. De igual manera fue posible clasificar los impactos en negativos y positivos, siendo así 14 impactos ambientales de tipo positivo y 3 de tipo negativo.

A partir de los resultados de la evaluación de impacto ambiental utilizada se han desarrollado 7 medidas de prevención, 3 medidas de corrección y 2 medidas de atenuación, ya que debido a la elevada cantidad de impactos generados en un espacio territorial considerablemente reducido ha sido necesario abarcar todos los aspectos posibles que permitan la minimización y un mayor cuidado a los recursos y el medio circundante.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL:	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
1. MARCO GENERAL	4
1.1 DEFINICIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	4
1.1.1 <i>Definición de Impacto Ambiental</i>	4
1.2 IMPORTANCIA DE UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	4
1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	5
1.4 CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	6
1.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	8
1.5.1 <i>Matriz de Leopold</i>	10
1.5.2 <i>Método de Battelle-Columbus</i>	13
1.5.3 <i>Método MEL-ENEL</i>	16
1.5.4 <i>Método de Criterios Relevantes Integrados (VIA)</i>	22
1.6 CRITERIO DE SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	26
1.7 MARCO LEGAL EN EL SALVADOR	30
1.7.1 <i>Sistema De Evaluación Ambiental</i>	30
1.7.2 <i>Actividades O Proyectos que requerirán de un estudio de Impacto Ambiental</i>	31
1.7.3 <i>Elaboración Del Estudio De Impacto Ambiental</i>	33
1.7.4 <i>Evaluación Y Aprobación De Los Estudios De Impacto Ambiental</i>	33
1.7.5 <i>Auditorías De Evaluación Ambiental</i>	34
1.8 DEFINICIÓN DE LÍNEA BASE AMBIENTAL	35
2. METODOLOGÍA APLICADA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	37
2.1 METODOLOGÍA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	37
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS LLEVADOS A CABO EN LA FIA-UES	39

2.2.1	<i>Administración académica</i>	39
2.2.2	<i>Unidad de Ciencias básicas</i>	40
2.2.3	<i>Escuelas de Ingeniería y Arquitectura</i>	40
3.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	42
3.1	INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	42
3.1.1	<i>Misión</i>	42
3.1.2	<i>Visión</i>	42
3.1.3	<i>Escuelas y Carreras Impartidas</i>	43
3.2	DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA FIA-UES	43
3.2.1	<i>Aspectos Físicos</i>	44
3.2.2	<i>Aspectos Socioeconómicos</i>	49
3.2.3	<i>Aspectos Biológicos</i>	50
3.3	CONSUMO DE RECURSOS E INSUMOS	58
3.3.1	<i>Consumo de Energía eléctrica</i>	58
3.3.2	<i>Consumo de reactivos químicos en laboratorios de Ingeniería Química</i>	62
3.3.3	<i>Consumo de Papel</i>	64
3.3.4	<i>Generación de desechos sólidos en la FIA-UES</i>	72
3.4	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES EN FIA-UES	74
3.5	DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES	75
3.6	IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN FIA-UES	78
3.7	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA FIA-UES	78
4.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL	82
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	82
4.2	PROPUESTAS DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y CORRECCIÓN	83
4.2.1	<i>Medidas de Prevención</i>	83

4.2.2	<i>Medidas de Mitigación</i>	83
5.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	89
6.	RECOMENDACIONES	90
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92

Índice de ANEXOS

ANEXO A.	PLAN DE TRABAJO PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN	95
ANEXO B.	CALCULO DEL MÉTODO VIA PARA EVALUACIÓN DE IMPACTOS	97
ANEXO C.	UBICACIÓN PARA LOS BASUREROS DE RESIDUOS EN LA UES.....	97
ANEXO D.	USO DEL SUELO UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	98
ANEXO E.	FICHA CATASTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	99
ANEXO F.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN ESCUELA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA-UES.....	100
ANEXO G.	MAPAS DE RIESGOS DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	110
ANEXO H.	MAPAS DE RIESGOS DE LA BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	114
ANEXO I.	MAPAS DE RIESGOS DE LA ESCUELA INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	117
ANEXO J.	MAPAS DE RIESGOS DEL EDIFICIO B DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	119
ANEXO K.	MAPAS DE RIESGOS DEL EDIFICIO C DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	123
ANEXO L.	MAPAS DE RIESGOS DEL EDIFICIO D DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	127
ANEXO M.	MAPAS DE RIESGOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	131
ANEXO N.	MAPAS DE RIESGOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	134

ANEXO O.	MAPAS DE RIESGOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA- UES	137
ANEXO P.	MAPAS DE RIESGOS DE LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y CDIECAP	140
ANEXO Q.	MAPAS DE RIESGOS FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, VISTA GENERAL.....	144
ANEXO R.	PROPUESTA DE GESTIÓN DE DESECHOS QUÍMICOS PARA LABORATORIO DE LA FIA	146
ANEXO S.	FOTOGRAFÍAS FIA-UES	176

Índice de Tablas

TABLA 1.1	CRITERIOS A CONSIDERAR PARA UNA EIA	11
TABLA 1.2	EJEMPLO DE UNA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN (PARCIAL)	12
TABLA 1.3	ALGUNAS CATEGORÍAS Y COMPONENTES AMBIENTALES.....	13
TABLA 1.4	EJEMPLO DE CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS	15
TABLA 1.5	ACCIÓN O ACTIVIDAD.....	17
TABLA 1.6	FACTORES AMBIENTALES.....	18
TABLA 1.7	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO	19
TABLA 1.8	NOMBRES CLAVES DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	20
TABLA 1.9	CATEGORIZACIÓN POR IMPACTOS GENÉRICOS.	20
TABLA 1.10	RESUMEN DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN IMPACTOS.	21
TABLA 1.11	MATRIZ EIA	22
TABLA 1.12	VALORACIÓN DE EXTENSIÓN.	23
TABLA 1.13	VALORACIÓN DE DURACIÓN.	23
TABLA 1.14	VALORACIÓN DE REVERSIBILIDAD.	24
TABLA 1.15	VALORACIÓN DE RIESGO.....	24
TABLA 1.16	VALORACIÓN DE SIGNIFICADO	26
TABLA 1.17	OTROS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	27
TABLA 3.1	CARRERAS IMPARTIDAS EN LA FIA	43

TABLA 3.2	POBLACIÓN ESTUDIANTIL INSCRITA POR CARRERA DEL AÑO 2012-2018 EN LA FIA-UES	49
TABLA 3.3	DOCENTES TIEMPO COMPLETO POR ESPECIALIDAD EN LA FIA	50
TABLA 3.4	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN EL ÁREA DE LA FIA Y EL POLIDEPORTIVO, UES.	51
TABLA 3.5	FAUNA AÉREA EN EL ÁREA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UES.	54
TABLA 3.6	FAUNA TERRESTRE EN EL ÁREA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UES.	57
TABLA 3.7	RESUMEN MENSUAL DE VARIABLES CLIMÁTICAS EN LA ZONA DE LA UES.....	58
TABLA 3.8	RECOPIACIÓN DE CONSUMO DE KWH/MES DE LAS DISTINTAS ÁREAS DE LA FIA.	60
TABLA 3.9	RECOPIACIÓN DE LAS ÁREAS DE MAYOR CONSUMO DE KWH/MES DE LA FIA-UES	61
TABLA 3.10	CONSUMO DE REACTIVOS DE LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA	62
TABLA 3.11	CANTIDAD DE RESMAS DE PAPEL PEDIDAS POR ESCUELA/ UNIDAD FIA	64
TABLA 3.12	CANTIDAD DE PAPEL CONSUMIDO EN EL AÑO 2017	65
TABLA 3.13	PORCENTAJE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LOS CONTENEDORES DE LA UES.....	72
TABLA 3.14	PORCENTAJES PROMEDIO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE LA CAFETERÍA DE LA UES	73
TABLA 3.15	RESIDUOS GENERADOS EN CONTENEDORES DIARIAMENTE.	73
TABLA 3.16	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES FIA	74
TABLA 3.17	ASPECTO AMBIENTAL CONSUMO DE AGUA	75
TABLA 3.18	ASPECTO AMBIENTAL: GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS	76
TABLA 3.19	ASPECTO AMBIENTAL CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	76
TABLA 3.20	ASPECTO AMBIENTAL AFECTACIÓN DE FLORA Y FAUNA	77
TABLA 3.21	ASPECTO AMBIENTAL SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	77

TABLA 3.22	IMPACTOS AMBIENTALES FIA	78
TABLA 3.23	ESCALA DE VALORACIÓN DE INDICADORES	79
TABLA 3.24	CATEGORÍA DE DE LOS IMPACTOS A PARTIR DEL VIA.....	80
TABLA 3.25	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR EL MÉTODO VIA	81
TABLA 4.1	<i>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, CORRECCIÓN Y ATENUACIÓN DE EIA</i>	86

Índice de Figuras

FIGURA 3.1.	MAPA SATELITAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UES.....	45
FIGURA 3.2.	MAPA CALLE ABIERTA DE LA FIA-UES	46
FIGURA 3.3.	MAPA DEL USO DEL SUELO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	47
FIGURA 3.4.	POZOS CERCANOS A LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, UES.....	48
FIGURA 3.5.	CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL POR TIPO DE CARGA, SEGÚN CADA EDIFICIO.....	61
FIGURA 3.6.	DIAGRAMA DE PROCESOS DE CADA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA, UES	67
FIGURA 3.7.	DIAGRAMA DE PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	68
FIGURA 3.8.	DIAGRAMA DE PROCESO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN.....	69
FIGURA 3.9.	DIAGRAMA DE PROCESO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE	70
FIGURA 3.10.	DIAGRAMA DE PROCESO PROYECCIÓN SOCIAL	71

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

FIA:	Facultad de Ingeniería y Arquitectura
EIA:	Evaluación de Impacto Ambiental
UES:	Universidad de El Salvador
EIQA:	Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos
MARN:	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MIDES:	Manejo Integral de Desechos Sólidos

Introducción

La Universidad de El Salvador (UES), es considerada como una de las Instituciones de Educación Superior más importante del País, está comprometida en la incorporación progresiva de acciones tendentes a la mejora de la calidad ambiental, al interiorizar que las universidades deben asumir un papel protagónico en la búsqueda de soluciones concretas a los conflictos ambientales que enfrenta la sociedad. La UES está conformada por nueve facultades históricas ubicadas en la Ciudad Universitaria, aunadas a tres facultades multidisciplinarias en el interior del país, que, en conjunto, imparten 169 carreras de educación superior.

Una de estas facultades, es la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, la cual, consciente de los desafíos en materia ambiental a nivel mundial, lleva a cabo diversas acciones, en relación al tema ambiental, en cuanto a residuos sólidos, manejo de plagas y vectores, paisajismo, entre otros, pero por el momento no se cuenta con un estudio de impacto ambiental que permita identificar de manera integral la problemática ambiental que tiene la institución.

Actualmente la Facultad de Ingeniería y Arquitectura no tiene antecedentes de estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por lo que se requiere la realización de este con el fin de evaluar los impactos negativos al ambiente o zona de estudio que ocasionen las actividades y proyecto dentro de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA), es un estudio exigido por el art.18 de la Ley de Medio Ambiente, por lo cual, es necesario la ejecución para todas las diferentes instituciones, por lo tanto, la Facultad de Ingeniería y Arquitectura tiene el deber de una ejecución de un estudio de impacto ambiental para asegurar las variaciones realizadas al medio ambiente, así como en la calidad de vida humana y de diversas especies de fauna y flora que subsisten en el área de estudio.

Para la realización de dicho estudio, existen diversos métodos y metodologías para la evaluación, algunos de ellos se explicarán en este trabajo investigativo, así como también las acciones legales que conlleva la realización de una evaluación de impacto ambiental. Esta evaluación requiere de la información primaria referente a todas aquellas actividades que son relevantes para la identificación de dichos impactos generados en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Objetivos

Objetivo general:

- Realizar un estudio de evaluación de impacto ambiental en la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Objetivos específicos:

- Realizar el levantamiento de información de los factores ambientales afectados.
- Describir los procesos llevados a cabo en FIA-UES.
- Identificar los impactos ambientales generados por las actividades llevadas a cabo en el interior de la FIA-UES.
- Seleccionar la metodología más adecuada para la realización del diagnóstico y evaluación del impacto ambiental.
- Aplicar la metodología de evaluación de impacto ambiental seleccionada.
- Proponer medidas para mitigar impactos al aire, al agua, suelo, higiene y seguridad laboral.
- A partir de los resultados obtenidos de la evaluación ambiental, se propondrán medidas de prevención, corrección y atenuación.

1. Marco General

1.1 Definición de Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental es un procedimiento técnico - científico, efectuado por un equipo profesional multidisciplinario, que permite predecir los efectos relevantes, positivos y negativos, de una acción propuesta sobre el medio ambiente con el fin de establecer a priori las medidas requeridas para el adecuado control ambiental de los impactos negativos significativos, así como evaluar y verificar la viabilidad ambiental de la acción o proyecto objeto de estudio (Rojas, 2003).

1.1.1 Definición de Impacto Ambiental

Se refieren a alteraciones, positivas o negativas, de uno o más de los componentes del medio ambiente (López, 2001).

1.2 Importancia de una Evaluación de Impacto Ambiental

Toda actividad que provoca la humanidad, ya sean impactos directos o indirectos en el ambiente. Algunos pueden representar riesgos para la salud pública y el medio ambiente, por lo que se hace necesario realizar previamente una evaluación de impacto ambiental. Su importancia radica en que es un instrumento de planificación, gestión y control de los procesos.

El contenido de una evaluación de impacto ambiental, es iniciado por una evaluación ambiental inicial y de ahí surge la necesidad de efectuar una evaluación de impacto ambiental completa, para identificar más claramente el objetivo de cada uno de los impactos ambientales.

El impacto ambiental producido por la ejecución, operación o cese de un proyecto de desarrollo determinado, debe ser evaluado a priori con el fin de establecer medidas preventivas, atenuación y corrección, necesarias para eliminar o mitigar los efectos (impactos) adversos, proponer alternativas, de tal manera que se gestione un programa de control y seguimiento, y un programa de recuperación

ambiental. La evaluación de impacto ambiental sugiere una capacidad práctica para hacer compatibles objetivos de desarrollo económico y social con criterios ambientales y ofrece la oportunidad de tomar decisiones correctas haciendo uso óptimo de los recursos.

La evaluación de impacto ambiental en la FIA tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para determinar la mejor opción.

1.3 Clasificación de los impactos ambientales

Los impactos ambientales pueden ser clasificados por su efecto en el tiempo, en 6 grupos principales:

- Irreversible: Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio, es de tal magnitud que es imposible revertirlo a su línea de base original. Ejemplo: Minerales a tajo abierto.
- Temporal: Es aquel impacto cuya magnitud no genera mayores consecuencias y permite al medio recuperarse en el corto plazo hacia su línea de base original.
- Reversible: El medio puede recuperarse a través del tiempo, ya sea a corto, mediano o largo plazo, no necesariamente restaurándose a la línea de base original.
- Persistente: Las acciones o sucesos practicados al medio ambiente son de influencia a largo plazo, y extensibles a través del tiempo. Ejemplo: Derrame o emanaciones de ciertos químicos peligrosos sobre algún biotopo.
- Actual o potencial: El impacto actual es aquel que está ocurriendo de inmediato, y el potencial es aquel que podría ocurrir a futuro, si no se toman las medidas preventivas necesarias.
- Local o diseminado: Esto depende de si el efecto tiene lugar en una pequeña región acotada (local), o si fluye hacia otros ecosistemas y se esparce (diseminado). (Espinoza,2002)

1.4 Características del Estudio de Impacto Ambiental.

El Estudio de Impacto Ambiental es un documento técnico de carácter interdisciplinar que está destinado a predecir, identificar, valorar y considerar medidas preventivas o corregir las consecuencias de los efectos ambientales que determinadas acciones antrópicas pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Su finalidad es que el organismo regulatorio de El Salvador, en este caso el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), toma decisiones respecto a la conveniencia ambiental y social de la generación de nuevos proyectos en un determinado ámbito geográfico. Estos proyectos (que pueden abarcar la construcción de plantas de procesos químicos, obras de infraestructura, proyectos mineros, barrios de viviendas) tienen un común denominador: la obra en cuestión generará cambios irreversibles en el ambiente cercano y en las condiciones de vida de una sociedad.

El Estudio de Impacto Ambiental abarca la consideración de las posibles alteraciones ocasionadas por la puesta en marcha de un determinado proyecto en sus distintas etapas, realizando una comparación entre el estado de situación del ambiente anterior al proyecto (situación sin proyecto), y las consecuencias que el desarrollo del mismo podrá causar en sus diferentes etapas de realización (preliminar, ejecución y operación) en el área de influencia. También se incluyen en el Estudio de Impacto Ambiental las posibles medidas de corrección de aquellos efectos que se identificaren en forma completa y absoluta. Para lograr este objetivo, se describe como primer escenario, el estado de situación sin proyecto y luego se analiza la situación potencial en caso de llevarse a cabo el proyecto incluso desde sus primeras etapas.

El Estudio de Impacto Ambiental está conformado por una serie de análisis, estudios y descripciones que le permiten a la autoridad de aplicación realizar una estimación de los impactos positivos y negativos que la obra tendrá en su entorno inmediato, de las tareas previstas para mitigar los efectos negativos y un plan de monitoreo para evaluar la situación real con el emprendimiento funcionando. Es decir, el Estudio de Impacto Ambiental debe dar una idea de la magnitud del impacto por

medio de análisis, estudios, etc., que permitan “identificar, predecir, interpretar, prevenir, valorar y comunicar el impacto que la realización de un proyecto acarreará sobre su entorno.” (Coria, 2008).

Los objetivos de un Estudio de Impacto Ambiental son los siguientes:

- 1) Detectar, identificar y evaluar los impactos ambientales de un proyecto determinado;
- 2) Proponer las medidas necesarias para remediar o mitigar los posibles efectos negativos del anteproyecto;
- 3) Recomendar la implementación de acciones que permitan optimizar los impactos positivos.

Para lograr estos objetivos, de alta complejidad intrínseca, el Estudio de Impacto Ambiental debe contemplar las siguientes etapas, en orden cronológico:

- 1) Recopilación de la información
- 2) Estudios de campo
- 3) Desarrollo metodológico de la matriz
- 4) Desarrollo teórico del estudio
- 5) Recopilación y análisis de datos de base primarios y secundarios
- 6) Análisis e implementación de matrices
- 7) Análisis de impactos positivos y negativos
- 8) Propuestas de mitigación de los efectos negativos
- 9) Plan de gestión.

(Coria, 2008)

1.5 Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental

Para llevar a cabo estas etapas, es necesario realizar los estudios de impacto ambiental partiendo de algunos supuestos básicos imprescindibles, entre los que se destaca la calidad y la fiabilidad del método utilizado. El método a utilizar debe poder reflejar si existe o no impacto (positivo o negativo) sobre los factores ambientales (entre los cuales se incluye al hombre y su medio social) de las acciones del proyecto o estructura. Esta relación causa-efecto puede mostrarse en forma muy satisfactoria con un esquema de matriz, es decir, con un arreglo de filas y columnas que en su intersección reflejan numéricamente si existe incidencia de la causa sobre el factor (primera etapa) y luego su valoración ponderada de acuerdo con una escala arbitraria comparativa (segunda etapa). En efecto, los métodos para un Estudio de Impacto Ambiental aceptadas por el MARN son las que admiten funciones de utilidad y están plasmadas en una “matriz de impacto ambiental”.

El desarrollo de los métodos para evaluar impactos ambientales puede vincularse con:

- a) La búsqueda de las relaciones entre los elementos o características territoriales y las acciones.
- b) Las mediciones específicas y la información necesaria para estimar los impactos.
- c) Las medidas de mitigación, compensación y seguimiento.

Estos antecedentes permiten una adecuada identificación, predicción e interpretación de los impactos sobre diversos componentes del ambiente.

La información puede concretarse sobre la base de dos aspectos básicos: la medición de la capacidad y del impacto sobre el medio.

También se hace referencia a otros enfoques para aplicar este concepto como, por ejemplo, la capacidad de carga. Esta puede expresarse en:

- a) Número de organismos de una especie dada que pueden vivir en un ecosistema sin causar deterioro

b) Máximo número de animales que pueden sobrevivir al período anual más desfavorable en un área.

El análisis del impacto conduce al concepto de alteración; por ejemplo: una repoblación forestal modifica el paisaje y una urbanización influye en la fauna del lugar donde se sitúa.

Por ello es necesario prever y estudiar cuáles serían las implicancias de las posibles acciones sobre el medio ambiente, sean éstas de carácter positivo o negativo.

La consideración del impacto negativo sobre el medio contrapone los conceptos de fragilidad, singularidad y rareza, a las consideraciones de tipo técnico analizadas en los estudios de capacidad. Contrariamente, el impacto positivo realza la capacidad territorial para acoger las acciones, con matices derivados de las posibles orientaciones favorables que puedan inducirse sobre los elementos espaciales y los procesos actuantes debido a la implantación de las actividades humanas.

Los problemas ambientales tienen un fuerte carácter de análisis subjetivo, mientras que los de calidad son totalmente asimilables a términos económicos. Por lo tanto, en un estudio de impacto ambiental es importante el análisis de cada incidencia, sin considerar su aporte en términos absolutos, los cuales presentan una complejidad extrema a la hora de su homogeneización en una escala numérica. Los métodos matriciales causa-efecto de referencia son las de Leopold y Battelle-Columbus. (Coria, 2008)

Los métodos más utilizados para la Evaluación de Impacto Ambiental en El Salvador son: Método Matriz de Leopold, Método de Battelle-Columbus, Método MEL-ENEL y Método de Criterios Relevantes Integrados (VIA). En los apartados 1.5.1 a 1.5.4, se describen cada uno de dichos métodos:

1.5.1 Matriz de Leopold

Denominada “Matriz de Interacciones de Leopold”, ésta es una matriz de interacción simple para identificar los diferentes impactos ambientales potenciales de un proyecto determinado.

Esta matriz de doble entrada tiene como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que tendrán lugar y que pueden causar impactos. Luego de la depuración de la matriz de identificación (primera etapa) se obtiene la matriz de importancia (segunda etapa). Cada cuadro se divide en diagonal. En la parte superior se coloca la magnitud –M (extensión del impacto) –, precedida del signo “+” o bien “-”, según el impacto sea positivo o negativo respectivamente. La escala empleada incluye valores del 1 al 10, siendo 1 la alteración mínima y 10 la alteración máxima. En el triángulo inferior se coloca la importancia –I (intensidad)–, también en escala del 1 al 10.

La ponderación es subjetiva, pero debe hacerse con la participación de todo el equipo de especialistas para lograr la mayor objetividad posible. La suma por filas indica las incidencias del conjunto de acciones sobre cada factor, y por lo tanto su grado de fragilidad. La suma por columnas provee la valoración relativa del efecto que cada acción producirá, es decir, su agresividad.

En esta metodología, se utilizan dos tipos de matrices en etapas sucesivas de análisis:

- Matriz de identificación de impactos ambientales a partir de la relación entre las acciones del proyecto y los factores a ser evaluados. Estos factores se identifican previamente a partir de listas de chequeo o verificación, extractadas de la bibliografía y discutidas por todos los profesionales que conforman el grupo de trabajo. Pueden realizarse algunos ajustes para su adaptación en proyectos diferentes:
- Matriz de importancia como primera valoración cualitativa de los impactos ambientales identificados sobre los diversos factores ambientales. Esta matriz permite valorar tanto la agresividad de las acciones como los factores ambientales

que sufrirán en mayor o menor grado las consecuencias de la actividad en cuestión. La escala que se utiliza para la valoración de la importancia de los impactos se basa en criterios que se explican en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Criterios a considerar para una EIA

Signo	
Carácter beneficioso o perjudicial de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	
Beneficioso	+
Perjudicial	-
Intensidad (In)	
Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa.	
Afección mínima	1
Situación intermedia	2 a 11
Destrucción total	12
Extensión (Ex)	
Área de influencia teórica del impacto con relación con el entorno del proyecto (% del área, respecto del entorno en que se manifiesta el efecto).	
Puntual: efecto muy localizado	1
Parcial	2
Total: influencia generalizada	8
Momento (Mo)	
Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.	
Inmediato: tiempo transcurrido nulo	4
Corto plazo: inferior a un año	3
Mediano plazo: entre 1 y 5 años	2
Largo plazo: más de 5 años	1
Persistencia (Pe)	
Tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retorna a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.	
Efecto fugaz: menos de un año	1
Efecto temporal: entre 1 y 10 años	2
Efecto permanente: superior a los 10 años	4
Recuperabilidad (Rv)	
Posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de intervención humana.	
Recuperable totalmente en forma inmediata	1
Recuperable totalmente a medio plazo	2
Irrecuperable	4
Certidumbre (Ce)	
Grado de seguridad con el que se espera que se produzca el efecto.	
Improbable	1
Probable	2
Cierto	3

Fuente: Coria, I. (2008) "El estudio de impacto ambiental: características y metodologías"

La importancia del impacto surge de la siguiente fórmula:

$$I = \pm (In + Ex + Mo + Pe + Rv + Ce) \quad \text{Ecuación 1.1}$$

De esta forma, una vez calculadas todas las intersecciones correspondientes a cada matriz, puede obtenerse la importancia total de cada efecto, así como también la

importancia del grado de afectación de cada factor analizado. Si bien esta valoración es numérica, se parte de la asignación cualitativa de un valor en el cálculo. Como ya se ha dicho, las filas de las matrices presentan el *Factor Ambiental (F)*, que es el elemento del ambiente susceptible de ser afectado por el Proyecto, y las columnas, la *Acción de Proyecto (A)*, es decir, la actividad correspondiente al proyecto para su puesta en marcha. La interacción entre ambos, factor y acción, es lo que conforma el impacto, lo cual se explica por medio de un ejemplo en la tabla 1.2:

Tabla 1.2 Ejemplo de una matriz de identificación (parcial)

			Etapa preliminar			Etapa en ejecución					
			Tramitaciones, gestiones e inspecciones	Disponibilidad del terreno	Reconocimiento del terreno	Limpieza del terreno	Erradicación de forestales	Transporte de residuos generados	Construcción mantenimientos	Construcción mantenimientos	
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Abiótico	Clima	Temperatura	F01								
		Veloc. viento	F02								
		Direcc. Vientos	F03								
		Precipitaciones	F04								
		Humedad	F05								
	Aire	Partículas	F06			1		1	1	1	
		Gases	F07					1			1
		Nivel sonoro	F08					1			1
		Olores	F09								
		Radiación	F10								
	Tierra	Perfiles	F11								
		Pendiente	F12								
		Erosión	F13								
		Estab. Taludes	F14						1		
		Estab. Caudales	F15								

Fuente: Coria, I. (2008) "El estudio de impacto ambiental: características y metodologías"

La principal ventaja de esta metodología consiste en la consideración de los posibles impactos y su importancia y magnitud respecto a los distintos factores

ambientales. Además, permite el desarrollo de una matriz para cada subconjunto en el que pueda dividirse el proyecto.

Las desventajas son que el carácter subjetivo de la valoración hace que sea de muy difícil reproducibilidad por parte de distintos equipos de profesionales, y que no tiene en cuenta los efectos sinérgicos entre factores ni la temporalidad de los efectos (Coria, 2008).

1.5.2 Método de Battelle-Columbus

El otro método de análisis para un Estudio de Impacto Ambiental es el de Battelle-Columbus, que también permite medir el impacto ambiental de un determinado proyecto sobre el medio de acuerdo con la información aportada por los indicadores de impacto. Como afirma García Leyton, el método de Battelle-Columbus es “el primer esfuerzo serio de valoración de impactos que ha servido de base a métodos posteriores”. Este método tiene en consideración cuatro grandes “categorías ambientales” que incluyen diferentes “componentes ambientales”, en un total de dieciocho. Las tres grandes categorías y los componentes ambientales que las conforman son los que se muestran en la tabla 1.3:

Tabla 1.3 Algunas categorías y componentes ambientales

Categorías	Componentes
Ecología	Especies y poblaciones
	Hábitat y comunidades
	Ecosistemas
Contaminación	Agua
	Atmósfera
	Suelo
	Ruido
Aspectos estéticos	Suelo
	Aire
	Agua
	Biota
	Objetos artesanales
	Composición

Fuente: Coria, I. (2008) “El estudio de impacto ambiental: características y metodología”

Estos componentes ambientales constan, a su vez, de parámetros. El método consiste en una lista de indicadores de impacto con setenta y ocho parámetros o factores ambientales, que representan un aspecto del ambiente que puede

considerarse por separado. La evaluación representa el impacto ambiental derivado de las acciones o proyectos. Los parámetros deben poder expresarse en unidades comparables (conmensurables), y en lo posible deben ser resultados de mediciones reales. Las características que deben presentar estos parámetros son: representar la calidad del medio ambiente, ser fácilmente medibles sobre el terreno, y responder a las exigencias del proyecto a evaluar.

Los parámetros se miden según funciones de utilidad con unidades conmensurables, como se ha dicho, que los llevan a “unidades de impacto ambiental” (UIA). Para transformar parámetros en UIA deben transformarse los datos de parámetro a índice, ponderarse la importancia del parámetro y expresarse el impacto neto como resultado de multiplicar el índice de calidad ambiental por su índice ponderal. El índice de calidad ambiental es un número comprendido entre 0 y 1, representando este último el valor óptimo. Los valores intermedios definen los estados de calidad del parámetro.

Las unidades de impacto ambiental se obtienen de operaciones elementales de sumas ponderadas. Se calculan las unidades de impacto ambiental netas de cada parámetro (UIA_i) teniendo en cuenta que la unidad de impacto ambiental debida al proyecto es igual a la diferencia entre las unidades de impacto ambiental con el proyecto y sin el proyecto:

$$(UIA)_i \text{ (debido al proyecto)} = (UIA)_i \text{ (con proyecto)} - (UIA)_i \text{ (sin proyecto)}$$

El impacto global del proyecto se mide considerando aditivamente los impactos de situaciones diversas:

$$\sum_{i=0}^n (UIA)_i \text{ (debido al proyecto)} \quad \text{Ecuación 1.2}$$

La contribución de las unidades de impacto neto (conmensurables) a la situación del medio en caso de que los parámetros definidos no se hallen en su valor óptimo, viene disminuida en el mismo porcentaje que su calidad, y en ese caso las unidades de impacto ambiental se expresan por:

$$\sum_{i=0}^n UIA = (CA)_i x (UIP)_i \quad \text{Ecuación 1.3}$$

Luego se obtienen los totales, que pueden expresarse en una tabla, como el ejemplo siguiente mostrado en la tabla 1.4:

Tabla 1.4 Ejemplo de cuadro de resumen de resultados

		Ecología	Contaminación Ambiental	Factores estéticos	Factores de interés humano	Total
Señales de alerta						
Valor unidades de impacto ambiental (UIA)	CP					
	SP					
	Cambio neto					

Fuente: Coria, I. (2008) "El estudio de impacto ambiental: características y metodología"

La viabilidad del proyecto está basada en el cambio neto total. Si el valor del cambio neto total es positivo, el proyecto es viable.

Es importante disponer de un mecanismo según el cual todos los parámetros puedan contemplarse en conjunto para ofrecer una imagen coherente de la situación medioambiental.

Hay que poder reflejar la diferencia entre parámetros por su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. Considerando además que las UIAs evaluadas para cada parámetro son conmensurables, se pueden sumar y evaluar el impacto global de distintas alternativas de un proyecto para obtener la mejor por comparación.

La principal ventaja de este método consiste en que para cada parámetro los valores pueden medirse en unidades de impacto ambiental, con proyecto y sin proyecto, lo cual permite el cálculo del impacto ambiental del mismo, pudiéndose comparar los impactos de distintas alternativas para la misma obra. La desventaja de este método proviene del hecho de que fue diseñado para proyectos hidráulicos, lo cual provoca que para otros tipos de proyectos deban definirse nuevos índices. Estos índices se asignan de manera subjetiva. Cuando los proyectos no son hidráulicos, no es posible contar con todas las funciones de calidad ambiental, debiendo adaptarse los factores ambientales y las acciones al tipo de proyecto específico (Coria, 2008)

1.5.3 Método MEL-ENEL

El Método MEL-ENEL es un sistema racional de generación, manejo y procesamiento de datos ambientales, aplicable como herramienta para la evaluación ambiental de proyectos en etapa de pre inversión o en operación, que garantiza al equipo interdisciplinario el conocimiento exhaustivo del proyecto y del medio ambiente interactuante, la identificación completa de sus impactos potenciales, una adecuada evaluación y priorización de acuerdo con su significancia ambiental y los criterios para definir el límite entre el nivel significativo y no significativo, para efectos de justificar cuáles impactos negativos requieren de medidas de control ambiental.

Sobre esta base, el equipo evaluador podrá proponer las medidas correctivas ambientales únicamente en aquellos que verdaderamente lo requieran, sin cargar costos financieros injustificados en el proyecto evaluado.

El Método consta de seis etapas secuenciales, cada una de las cuales ha sido desglosada en una serie de pasos intermedios descritos en detalle en el presente libro, acompañados de ejemplos de aplicación real en proyectos de gran envergadura del área centroamericana, que ya han elegido a MEL-ENEL.

Etapas del Método MEL-ENEL

- I. Desglose de Acciones del Proyecto
- II. Desglose de Factores Ambientales
- III. Matriz de Identificación de Impactos
- IV. Categorización por Impactos Genéricos
- V. Evaluación de Impactos Genéricos
- VI. Priorización de Impactos por Significancia

Etapa I: Desglose de Acciones del Proyecto

De acuerdo con MEL-ENEL, el éxito en la elaboración de un estudio ambiental descansa en el claro conocimiento del proyecto y del medio ambiente interactuante. Para el primer caso, el grupo evaluador deberá conocer a fondo el proyecto o acción propuesta, tanto en su fase de ejecución como de operación, de tal forma que pueda

desglosarlo en sus componentes, acciones o actividades potencialmente impactantes. El método propone para esta primera etapa cuatro pasos secuenciales, trabajados en forma interdisciplinaria por parte del equipo evaluador. En la tabla 1.5 se muestra cómo se ordenan las acciones o actividades del proyecto a evaluar:

Tabla 1.5 Acción o actividad

No.	Nombre clave	Descripción general de la acción o actividad
1		
2		
3		

Fuente: López, M. (2001) "Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Alcances – el método MEL-ENEL"

Etapa II: Desglose de Factores Ambientales

PASO 1: Visita de reconocimiento de campo, a la cual se deberá llevar la lista de acciones del proyecto surgida de la primera etapa del Método. Deberá efectuarse por el equipo multidisciplinario completo y deberán contar con transporte y un guía conocedor de la zona (preferiblemente con el representante técnico del Titular del proyecto), de tal forma que el equipo evaluador pueda ubicarse exactamente en cada uno de los sitios geográficos en que se llevarán a cabo las acciones del Proyecto.

PASO 2: El listado de factores ambientales finalmente decidido por consenso y discusión interdisciplinaria del equipo, permitirá definir en forma preliminar el "Área de Influencia" o "Entorno" del proyecto, esto es, aquella parte del medio ambiente que interactúan potencialmente con el proyecto y por ende, es la receptora potencial de sus impactos.

PASO 3: Como producto de esta etapa del Método, se elaborará una tabla resumen con los factores ambientales potencialmente impactados, que deberán cumplir los requisitos de colectividad y exclusividad. También deberá incluir un número de

referencia de cada factor, un nombre clave que resuma y permita al equipo evaluador multidisciplinario hacer referencia en forma ágil a este factor o condición del ambiente durante el proceso posterior de identificación matricial de impactos, y una explicación general del contenido de cada elemento. En la tabla 1.6 se muestra como se ordenan los factores ambientales del proyecto a evaluar:

Tabla 1.6 Factores ambientales

No.	Nombre clave	Descripción general del factor ambiental
1		
2		
3		
Etc...		

Fuente: López, M. (2001) "Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Alcances – el método MEL-ENEL"

Etapas III: Matriz de Identificación de Impactos

PASO 1: Método MEL-ENEL propone la elaboración de una matriz específica de interacción, con un máximo de 400 celdas para la condición más crítica ($M = 20$ filas x $N = 20$ columnas), la cual servirá como herramienta técnica para la identificación de los impactos potenciales, gracias a la interacción entre las filas y las columnas, que deberán asignarse de la siguiente forma: $N =$ número de acciones de proyecto, y $M =$ número de factores ambientales.

PASO 2: Revisión una a una, en forma descendente, de las interacciones entre el primer componente del proyecto y cada uno de los factores ambientales. Cada vez que el grupo evaluador dictamine por consenso, que existe una interacción causa/efecto, se anotará en la celda un número en el orden ascendente (1, 2, 3, +...). Este número de referencia corresponde a un impacto directo, determinado por el equipo evaluador mediante tormenta de ideas. Cuando no se determine interacción se dejará la celda en blanco y se continuará con la siguiente.

PASO 3: Cada impacto directo deberá identificarse con un nombre clave, que sea fácilmente reconocible por todo el equipo para las siguientes tareas del Método. Se debe elaborar una tabla de cuatro columnas que respalde el proceso de identificación en la matriz específica: en la primera columna se pondrá el número de referencia, asignado dentro de cada celda en que existe interacción directa junto con el signo (positivo o negativo) del impacto; en la segunda se asignará un nombre clave (resumen) del impacto directo; en la tercera columna se describirá brevemente el significado de este impacto según el consenso del equipo evaluador, y en la cuarta se procederá a listar al menos tres posibles impactos indirectos que se generan en el medio ambiente a partir del directo identificado en la matriz. En la tabla 1.7 se explica cómo está conformada una matriz identificación de impactos ambientales:

Tabla 1.7 Matriz de identificación de impacto

	A Insumos	C Ruido	C Atmosféricas	I Desechos líquidos	O Desechos sólidos	N Temperatura	E Operadores	S Gener. Energ.
F Lago			5	12	18		25	29
A Agua Subterránea	1		6	13	19		26	
C Aire			7	14	20			
T. Suelo			8	15	21		27	
A Pob. Aledaños			9	16	22			30
M Infra. y Serv.	2		10					31
B Industria	3	4	11	17	23	24	28	32

Fuente: López, M. (2001) "Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Alcances – el método MEL-ENEL"

Etapa IV: Categorización por Impactos Genéricos

PASO 1: De acuerdo con MEL-ENEL, una vez que se tiene la identificación y descripción de impactos directos e indirectos, se procede a efectuar mediante un trabajo interdisciplinario, una agrupación u ordenamiento de los mismos utilizando como criterio de agrupación el factor ambiental impactado. (López, 2001).

En la tabla 1.8 se muestra como se ordenan los impactos ambientales identificados, utilizando un nombre clave e identificándolos con un signo para aclarar si es un impacto negativo o positivo.

Tabla 1.8 Nombres claves de la matriz de identificación de impactos

Ref.	Nombre clave (signo)	Descripción Impactos directos	Descripción Impactos indirectos
1			
2			
3			
...			

Fuente: López, M. (2001) "Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Alcances – el método MEL-ENEL"

Por lo tanto, el proceso de identificación de impactos según el Método MEL-ENEL inicia con un proceso de análisis (desglose del proyecto en todos sus posibles impactos individuales) y continúa con un proceso de síntesis (agrupación de los impactos puntuales en categorías genéricas), las cuales corresponderán precisamente a los "impactos genéricos" que serán evaluados y priorizados posteriormente. Como se muestra en la tabla 1.9:

Tabla 1.9 Categorización por impactos genéricos.

Impacto genérico	Signo	No. Ref. Cuadro 1.7	Descripción
Nombre clave 1	+	1,3,9,17	
Nombre clave 2	-	2,7,13,15,23	
Nombre clave 3	-	4,5,19	
Etc.	...		

Fuente: López, M. (2001) "Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Alcances – el método MEL-ENEL"

Etapa V: Evaluación de Impactos Genéricos

El proceso de evaluación es un análisis profundo de la significancia ambiental de los impactos genéricos y, por ende, requiere de un análisis multidisciplinario más que interdisciplinario.

Por lo tanto, en esta etapa cobra fuerza la participación individual de los especialistas que conforman el equipo evaluador y el director técnico del estudio deberá asignar tareas específicas de evaluación a cada uno de los miembros, ya sea en forma individualizada o en pequeños grupos. (López, 2001).

La lista de impactos genéricos deberá dividirse según su signo ambiental:

- Positivos, aquellos que se refieren a modificaciones que resultan en ganancias o beneficios para el medio ambiente. Para la aplicación típica en nuestro medio, estos impactos quedarán a nivel descriptivo, sin requerirse su evaluación.
- Negativos, los que provienen de modificaciones que resultan en pérdidas o costos para el medio ambiente. Estos impactos deberán evaluarse en cuanto a su significancia ambiental, para proceder posteriormente a su priorización.

Tabla 1.10 Resumen de resultados de la evaluación impactos.

Impacto genérico	Magnitud	Importancia	Extensión	Duración	Reversibilidad
Nombre clave 1	Resumen (B)	Resumen (A)	Resumen (B)	Resumen (M)	Resumen (M)
Nombre clave 2	Resumen (B)	Resumen (M)	Resumen (B)	Resumen (B)	Resumen (B)
Nombre clave 3	Resumen (B)	Resumen (M)	Resumen (A)	Resumen (M)	Resumen (A)
Etc..					

Fuente: López, M. (2001) "Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Alcances – el método MEL-ENEL"

Etapa VI: Priorización de Impactos por Significancia

Se deberá construir una matriz cuadrada, de F filas x F columnas, en donde F es el número de impactos genéricos negativos a priorizar de acuerdo con su significancia (se recomienda que el valor máximo de F sea quince) (López, 2001).

En la tabla 1.11 se muestra un ejemplo de una matriz de impactos genéricos de una Evaluación de Impacto Ambiental:

Tabla 1.11 Matriz EIA

	Lago	Aire	Suelo	Acui.	Publ.	Ocup.	Cotg.
Lago							
Aire							
Suelo							
Acui.							
Publ.							
Ocup.							
Cotg.							

Fuente: López, M. (2001) "Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Alcances – el método MEL-ENEL"

1.5.4 Método de Criterios Relevantes Integrados (VIA)

En forma específica este método considera en una primera fase la calificación de los efectos según los siguientes criterios:

Tipo de acción que genera el cambio.

Carácter del impacto. Se establece si el cambio en relación al estado previo de cada acción del proyecto de cosecha es positivo o negativo.

Intensidad. Se refiere al vigor con que se manifiesta el cambio por las acciones del proyecto. Basado en una calificación subjetiva se estableció la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto. El valor numérico de la intensidad se relaciona con el índice de calidad ambiental del indicador elegido, variando entre 0 y 10.

Extensión o influencia espacial. Es la superficie afectada por las acciones del proyecto tanto directa como indirectamente o el alcance global sobre el componente ambiental. La escala de valoración se explica en la tabla 1.12:

Tabla 1.12 Valoración de extensión.

Extensión	Valoración
Generalizado	10
Local	5
Muy local	2

Fuente: Gamero, E. (2016) "Unidad 3: Método VIA, EIA-115"

Duración del cambio. Establece el periodo de tiempo durante el cual las acciones propuestas involucran cambios ambientales. Se utiliza la siguiente pauta como se observa en la tabla 1.13:

Tabla 1.13 Valoración de duración.

Duración (años)	Plazo	Valoración
>10	Largo	10
5-10	Mediano	5
1-5	Corto	2

Fuente: Gamero, E. (2016) "Unidad 3: Método VIA, EIA-115"

Magnitud. Es un indicador que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial. Es un criterio integrado, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$M_i = \sum[(I_i * W_i) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)] \quad \text{Ecuación 1.4}$$

Donde:

I = Intensidad

W_I = Peso del criterio Intensidad

E = Extensión

W_E = Peso del criterio Extensión

D = Duración

W_D = Peso del criterio Duración

M_i = Índice de magnitud del efecto i

$W_I + W_E + W_D = 1$

Reversibilidad. Capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial.

Tabla 1.14 Valoración de reversibilidad.

Categoría	Capacidad de reversibilidad	Valoración
Irreversible	Baja o irrecuperable	
	Impacto puede ser reversible a muy largo plazo (50 años o más)	10
Parcialmente reversible	Media. Impacto reversible a largo plazo	5
Reversible	Alta. Impacto reversible a corto plazo (0-10 años)	2

Fuente: Gamero, E. (2016) "Unidad 3: Método VIA, EIA-115"

Riesgo. Se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad del componente. Se valora según la siguiente escala como se observa en la tabla 1.15:

Tabla 1.15 Valoración de riesgo.

Probabilidad	Rango (%)	Valoración
Alta	>50	10
Media	10-50	5
Baja	1-10	2

Fuente: Gamero, E. (2016) "Unidad 3, Método VIA-EIA115"

El índice integral de impacto ambiental VIA.

El desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamiento, mediante matemática que integra los criterios anteriormente explicitados. Su formulación es la siguiente:

$$VIA_i = \prod [R_i^{wr} * RG_i^{wrg} * M_i^{wm}] \quad \text{Ecuación 1.5}$$

Donde:

R = Reversibilidad

RG = Riesgo

M = Magnitud

w_r = Peso del criterio de reversibilidad

w_{rg} = Peso del criterio riesgo

w_m = Peso del criterio magnitud

VIA = Índice del impacto para el componente o variable i

Además: $w_r + w_{rg} + w_m = 1$

Los pesos relativos asignados a cada uno de los criterios corresponden a los siguientes:

$W_{intensidad} = 0.40$

$W_{extension} = 0.40$

$W_{duracion} = 0.20$

$W_{magnitud} = 0.61$

$W_{reversibilidad} = 0.22$

$W_{riesgo} = 0.17$

Significado. Se refiere a la importancia relativa o al sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto. Consiste en clasificar el índice o VIA obtenido, según las siguientes categorías, como se observa en la tabla 1.16 (Gamero,2016):

Tabla 1.16 Valoración de significado

Índice	Nivel o significado
>8.0	MUY ALTO
6.0 - 8.0	ALTO
4.0 – 6.0	MEDIO
2.0 – 4.0	BAJO
<2.0	MUY BAJO

Fuente: Gamero, E. (2016)

“Unidad 3: Método VIA, EIA-115”

En la tabla 1.17 se detallan otros métodos de Evaluación de Impacto ambiental que son menos recurrentes para la realización del estudio. (Conama, 1994)

1.6 Criterio de selección del método de estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Luego de analizar todos los métodos de evaluación de impactos ambientales, el método que se seleccionó para esta investigación fue el método de Criterios Relevantes Integrados (VIA), ya que debido a los factores, elementos y actividades llevados en la FIA es el que mejor se adecua y así se tendrá un mejor criterio para la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados.

Tabla 1.17 Otros métodos de Evaluación de Impacto Ambiental

Método	Descripción	Ventaja/desventaja
Listas de chequeo o verificación	Este método consiste en una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. Las listas de chequeo son exhaustivas. Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida. Una lista de chequeo debería contener ítems, como los siguientes, que permiten identificar impactos sobre: suelo (usos del suelo, rasgos físicos únicos), agua (calidad, alteración de caudales), atmósfera (calidad del aire, variación de temperatura), flora (especies en peligro, deforestación), fauna (especies raras, especies en peligro, etc.), recursos (paisajes naturales, pantanos), recreación (pérdida de pesca, camping y picnics), culturales (afectación de comunidades indígenas, cambios de costumbres), y en general sobre todos los elementos del ambiente que sean de interés especial.	<p>Las ventajas de las listas de chequeo están dadas por su utilidad para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) estructurar las etapas iniciales de una evaluación de impacto ambiental, b) ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, c) asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y d) comparar fácilmente diversas alternativas de proyecto. <p>Entre sus deficiencias o limitaciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) ser rígidos, estáticos, unidimensionales, lineales y limitados para evaluar los impactos individuales; b) no identifican impactos indirectos, ni las probabilidades de ocurrencia, ni los riesgos asociados con los impactos; c) no ofrecen indicaciones sobre la localización espacial del impacto; y d) no permiten establecer un orden de prioridad relativa de los impactos.
Diagramas de flujo	Estas metodologías se utilizan para establecer relaciones de causalidad, generalmente lineales, entre la acción propuesta y el medio ambiente afectado. También son usados para discutir impactos indirectos. La aplicación se hace muy compleja en la medida en que se multiplican las acciones y los impactos ambientales involucrados. Por eso su utilización se ha restringido y es útil cuando hay cierta simplicidad en los impactos involucrados.	Los diagramas de flujo tienen las ventajas de ser relativamente fáciles de construir y de proponer una relación de causalidad que puede ser útil. Sin embargo, no facilitan la cuantificación de impactos y se limitan a mostrar relaciones causa-efecto de carácter lineal. Como metodologías de evaluación de impacto ambiental, los diagramas de flujo son estrictamente complementarios con las matrices y otras alternativas utilizadas.
Redes	Las redes son una extensión de los diagramas de flujo a fin de incorporar impactos de largo plazo. Los componentes ambientales están generalmente interconectados, formando tramas o redes y a menudo se requiere de aproximaciones ecológicas para identificar impactos secundarios y terciarios (continúa).	Las redes son útiles como guías en el trabajo de evaluación de impactos ambientales para detectar impactos indirectos o secundarios; en proyectos complejos o con muchas componentes pueden ser muy importantes para identificar las interacciones mutuas (continúa).

Fuente: CONAMA, 1994, modificado.

Tabla 1.17 Otros métodos de Evaluación de Impacto Ambiental (continuación)

Método	Descripción	Ventaja/desventaja
Redes	Las condiciones causantes de impacto en una red son establecidas a partir de listas de actividades del proyecto. El desarrollo de una red requiere indicar los impactos que resultan de cada actividad del proyecto. Se utilizan, en orden jerárquico, los impactos primarios, los impactos secundarios y terciarios, y así sucesivamente hasta obtener las interacciones respectivas.	Además, proporcionan resúmenes útiles y concisos de los impactos globales de un proyecto. Su principal desventaja es que no proveen criterios para decidir si un impacto en particular es importante o no. Cuando la red es muy densa, se genera confusión y dificultad para interpretar la información.
Panel de expertos	Este método ad hoc no proporciona en principio ninguna guía formal para la realización de una evaluación de impacto ambiental. En realidad, es la sistematización de las consultas a un grupo de expertos familiarizados con un proyecto o con sus tópicos especializados. Estas metodologías dependen mucho del tipo de expertos disponibles y/o en general, permiten: a) Identificar una gama amplia de impactos más que definir parámetros específicos para aspectos a considerar en el futuro. b) Establecer medidas de mitigación. c) Disponer de procedimientos de seguimiento y control. Su ventaja radica en la falta de formalidad y la facilidad para adaptar la evaluación a las circunstancias específicas de una acción. Aunque dependen de los antecedentes, de la experiencia y de la disponibilidad del equipo que lo lleva a cabo, son efectivamente rápidos y fáciles de conducir con poco esfuerzo.	Uno de los problemas principales para la representatividad del método es lograr un panel representativo de expertos en los temas analizados.
Cartografía ambiental	Los métodos gráficos han estado permanentemente vigentes en diversas categorías de análisis ambiental, particularmente en su proyección espacial. El procedimiento más utilizado es la superposición de transparencias, donde diversos mapas que establecen impactos individuales sobre un territorio son sobrepuestos para obtener un impacto global. Cada mapa indica una característica física, social o cultural, que refleja un impacto ambiental específico. Los mapas pueden identificar, predecir y asignar un valor relativo a cada impacto (continúa).	Este método es especialmente útil cuando existen variaciones espaciales de los impactos, de las que no dan cuenta las matrices. Adquieren relevancia en el ámbito local, en particular cuando se trata de relacionar impactos ambientales localizados con indicadores de salud o características socioeconómicas espacialmente diferenciadas. Son singularmente útiles para la evaluación de rutas alternativas en desarrollos lineales como ductos, carreteras y líneas de transmisión (continúa).

Fuente: CONAMA, 1994, modificado.

Tabla 1.17 Otros métodos de Evaluación de Impacto Ambiental (continuación)

Método	Descripción	Ventaja/desventaja
Cartografía ambiental	<p>La superposición de mapas permite una comprensión del conjunto de impactos establecidos en forma independiente, relacionarlos con diversas características (como aspectos físico-territoriales y socioeconómicos de la población radicada en el área) y establecer de esta forma un impacto global. Para la elaboración de los mapas se utilizan elementos como fotografías aéreas, mapas topográficos, observaciones en terreno, opinión de expertos y de diferentes actores sociales, etc. Es relevante que los mapas tengan la misma escala entre sí y que, además, aporten un adecuado nivel de resolución para el tema en análisis.</p>	<p>Sin embargo, su mayor limitación deriva precisamente de su ventaja, o sea que solamente considera algunos impactos limitados que puedan expresarse en coordenadas espaciales. Elementos como probabilidad, dinámica y reversibilidad están ausentes. La definición de los límites o las fronteras de alcance de los impactos son normalmente poco clara y no se puede sobreponer una gran cantidad de variables.</p>
Matrices de causa-efecto	<p>El uso de matrices puede llevarse a cabo con una recolección moderada de datos técnicos y ecológicos, pero requiere en forma imprescindible de una cierta familiaridad con el área afectada por el proyecto y con la naturaleza del mismo. En el hecho, es fundamental un ejercicio de consulta a expertos, al personal involucrado, a las autoridades responsables de la protección ambiental - en sus dimensiones sanitaria, agrícola, recursos naturales, calidad ambiental - y al público involucrado. Las matrices de causa-efecto consisten en un listado de acciones humanas y otro de indicadores de impacto ambiental, que se relacionan en un diagrama matricial. Son muy útiles cuando se trata de identificar el origen de ciertos impactos, pero tienen limitaciones para establecer interacciones, definir impactos secundarios o terciarios y realizar consideraciones temporales o espaciales. Se han desarrollado diversos tipos de matrices de interacción. En un principio constituyeron cuerpos estáticos que había que considerar en bloque, pero, con cada vez mayor frecuencia, se ha consolidado la práctica de adaptarlas a las necesidades de problemas particulares, a las características de ciertos medios, o a las posibilidades de los diferentes países para aplicarlas, especialmente cuando la información disponible es insuficiente.</p>	<p>Las ventajas y desventajas variaran dependiendo del tipo de matriz utilizada. Ejemplo: matriz de Leopold y matriz de Battelle.</p>

Fuente: CONAMA, 1994, modificado.

1.7 Marco legal en El Salvador

1.7.1 Sistema De Evaluación Ambiental

EVALUACIÓN AMBIENTAL (Capítulo IV, Ley de Medio Ambiente)

Art. 16.- El proceso de evaluación ambiental tiene los siguientes instrumentos:

- a) Evaluación Ambiental Estratégica;
- b) Evaluación de Impacto Ambiental;
- c) Programa Ambiental;
- d) Permiso Ambiental;
- e) Diagnósticos Ambientales;
- f) Auditorías Ambientales; y
- g) Consulta Pública.

EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATEGICA.

Art. 17.- Las políticas, planes y programas de la administración pública, deberán ser evaluadas en sus efectos ambientales, seleccionando la alternativa de menor impacto negativo, así como a un análisis de consistencia con la Política Nacional de Gestión del Medio Ambiente. Cada ente o institución hará sus propias evaluaciones ambientales estratégicas. El Ministerio emitirá las directrices para las evaluaciones, aprobará y supervisará el cumplimiento de las recomendaciones.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Art. 18.- Es un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de preinversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien,

según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.

COMPETENCIA DEL PERMISO AMBIENTAL.

Art. 19.- Para el inicio y operación, de las actividades, obras o proyectos definidos en esta ley, deberán contar con un permiso ambiental. Corresponderá al Ministerio emitir el permiso ambiental, previa aprobación del estudio de impacto ambiental.

ALCANCE DE LOS PERMISOS AMBIENTALES

Art. 20.- El Permiso Ambiental obligará al titular de la actividad, obra o proyecto, a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación, establecidos en el Programa de Manejo Ambiental, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, el cual será aprobado como condición para el otorgamiento del Permiso Ambiental (*DECRETO N° 566)

La validez del Permiso Ambiental de ubicación y construcción será por el tiempo que dure la construcción de la obra física; una vez terminada la misma, incluyendo las obras o instalaciones de tratamiento y atenuación de impactos ambientales, se emitirá el Permiso Ambiental de Funcionamiento por el tiempo de su vida útil y etapa de abandono, sujeto al seguimiento y fiscalización del Ministerio.

1.7.2 Actividades O Proyectos que requerirán de un estudio de Impacto Ambiental

Art. 21.- Toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto

Ambiental para ejecutar las siguientes actividades, obras o proyectos:

- a) Obras viales, puentes para tráfico mecanizado, vías férreas y aeropuertos;
- b) Puertos marítimos, embarcaderos, astilleros, terminales de descarga o trasvase de hidrocarburos o productos químicos;

- c) Oleoductos, gaseoductos, poliductos, carboductos, otras tuberías que transporten productos sólidos, líquidos o gases, y redes de alcantarillado;
- d) Sistemas de tratamiento, confinamiento y eliminación, instalaciones de almacenamiento y disposición final de residuos sólidos y desechos peligrosos;
- e) Exploración, explotación y procesamiento industrial de minerales y combustibles fósiles;
- f) Centrales de generación eléctrica a partir de energía nuclear, térmica, geométrica e hidráulica, eólica y mareomotriz;
- g) Líneas de transmisión de energía eléctrica;
- h) Presas, embalses, y sistemas hidráulicos para riego y drenaje;
- i) Obras para explotación industrial o con fines comerciales y regulación física de recursos hídricos;
- j) Plantas o complejos pesqueros, industriales, agroindustriales, turísticos o parques recreativos;
- k) Las situadas en áreas frágiles protegidas o en sus zonas de amortiguamiento y humedales;
- l) Proyectos urbanísticos, construcciones, lotificaciones u obras que puedan causar impacto ambiental negativo;
- m) Proyectos del sector agrícola, desarrollo rural integrado, acuicultura y manejo de bosques localizados en áreas frágiles; excepto los proyectos forestales y de acuicultura que cuenten con planes de desarrollo, los cuales deberán registrarse en el Ministerio a partir de la vigencia de la presente ley, dentro del plazo que se establezca para la adecuación ambiental;
- n) Actividades consideradas como altamente riesgosas, en virtud de las características corrosivas, explosivas, radioactivas, reactivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para la salud y bienestar humano y el

medio ambiente, las que deberán de adicionar un Estudio de Riesgo y Manejo Ambiental;

- o) Proyectos o industrias de biotecnología, o que impliquen el manejo genético o producción de organismos modificados genéticamente; y
- p) Cualquier otra que pueda tener impactos considerables o irreversibles en el ambiente, la salud y el bienestar humano o los ecosistemas.

FORMULARIO AMBIENTAL

Art. 22.- El titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera de permiso ambiental para su realización o funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión deberá presentar al Ministerio el formulario ambiental que ésta requiera con la información que se solicite. El Ministerio categorizará la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial. (*DECRETO N° 566).

1.7.3 Elaboración Del Estudio De Impacto Ambiental

Art. 23.- El Estudio de Impacto Ambiental se realizará por cuenta del titular, por medio de un equipo técnico multidisciplinario. Las empresas o personas, que se dediquen a preparar estudios de impacto ambiental, deberán estar registradas en el Ministerio, para fines estadísticos y de información, quien establecerá el procedimiento de certificación para prestadores de servicios de Estudios de Impacto Ambiental, de Diagnósticos y Auditorías de evaluación ambiental. (*DECRETO N° 566).

1.7.4 Evaluación Y Aprobación De Los Estudios De Impacto Ambiental

Art. 24.- La elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, su evaluación y aprobación, se sujetarán a las siguientes normas:

- a) Los estudios deberán ser evaluados en un plazo máximo de sesenta días hábiles contados a partir de su recepción; este plazo incluye la consulta pública;

- b) En caso de aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, el Ministerio emitirá el correspondiente Permiso Ambiental, en un plazo no mayor de diez días hábiles después de notificada la resolución correspondiente;
- c) Si transcurridos los plazos indicados en los literales que anteceden, el Ministerio, no se pronunciare, se aplicará lo establecido en el Art. 3 de la Ley de la Jurisdicción Contencioso Administrativo; y
- d) Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una actividad, obra o proyecto se requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días hábiles adicionales, siempre que se justifiquen las razones para ello.

1.7.5 Auditorías De Evaluación Ambiental

Art. 27.- Para asegurar el cumplimiento de las condiciones, fijadas en el permiso ambiental, por el titular de obras o proyectos, el Ministerio, realizará auditorías de evaluación ambiental de acuerdo a los siguientes requisitos: (*DECRETO N° 566)

- a) Las auditorías se realizarán periódicamente o aleatoria, en la forma que establezca el reglamento de la presente ley;
- b) El Ministerio, se basará en dichas auditorías para establecer las obligaciones que deberá cumplir el titular o propietario de la obra o proyecto en relación al permiso ambiental; y (*DECRETO N° 566)
- c) La auditoría de evaluación ambiental constituirá la base para los programas de autorregulación para las actividades, obras o proyectos, que se acojan a dicho programa.

CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Art. 28.- El control y seguimiento de la Evaluación Ambiental, es función del Ministerio, para lo cual contará con el apoyo de las unidades ambientales.

Decreto Legislativo N°566

Considera:

Por Decreto Legislativo N°. 233, de fecha 2 de marzo de 1998; emite la Ley del Medio Ambiente, con el propósito de desarrollar las disposiciones de la Constitución que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente y al uso sostenible de los recursos naturales;

Que con ese propósito dicha ley, en el Art. 21, estableció que para ejecutar las obras, proyectos y actividades que ahí se mencionan, previo a su construcción o inicio de operaciones, deben de contar con un permiso ambiental y con la correspondiente aprobación del estudio de impacto ambiental, el cual debe ser presentado al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para su aprobación;

Conforme al Art. 107, del mismo cuerpo legal, "Los titulares" de actividades, obras o proyectos públicos o privados, que estuvieren funcionando al entrar en vigencia dicha Ley y que, de conformidad al Art. 20 de la misma, deban someterse a evaluación de impacto ambiental, están obligados a elaborar un diagnóstico ambiental en un plazo máximo de dos años y presentarlo al Ministerio de Medio Ambiente para su aprobación (MARN, 2012).

1.8 Definición de Línea base ambiental

La línea de base ambiental es definida como la caracterización y descripción de la situación actual de todos aquellos elementos en el área de estudio que dan origen a la necesidad de una evaluación de impacto ambiental. Su importancia radica en conocer las condiciones ambientales en las que se encuentran hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales. De esta manera permitirá evaluar posteriormente impactos o mejoras que se hayan desarrollado con el tiempo en cualquiera de los factores antes mencionados.

Los elementos a partir de los cuales se desarrolla la línea de base ambiental son los siguientes:

- Línea base ambiental del medio físico se compone de la caracterización y análisis del clima, geología, geomorfología, hidrogeología, oceanografía, limnología, hidrología y edafología. También se considera los niveles de ruido, niveles de vibración y luminosidad, campos electromagnéticos y radiación, calidad del aire y recurso hídrico.
- Línea base ambiental del medio biótico incluye la descripción y análisis de la biota existente en el área de interés. Enfatiza en la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen el ecosistema.
- Línea base ambiental del medio humano incluye información y análisis de la dimensión demográfica, geográfica, antropológica, socioeconómica y de bienestar social, así como toda aquella información relevante sobre la calidad de vida de las personas.
- Línea base ambiental del medio construido se compone de todas aquellas obras de infraestructura y equipamientos existentes en la zona de investigación del proyecto. Así mismo se describirán todas aquellas actividades relevantes de carácter económico.

2. Metodología aplicada para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

El proceso para la evaluación de impacto ambiental de la FIA incluyó las siguientes actividades:

1. Revisión de documentación existente de la FIA en relación a sus procesos, actividades, información organizacional, aspectos ambientales, etc.
2. Identificación de condiciones físicas, geográficas y territoriales de la FIA.
3. Revisión documental de investigaciones y proyectos elaborados en la FIA con relación a la temática ambiental.
4. Consulta a entidades gubernamentales como MARN, ANDA, CNR, entre otras, de documentación concerniente a procesos ambientales.
5. Inspección a las edificaciones e infraestructura de la FIA, identificación las condiciones de manejo de desechos sólidos, del recurso hídrico y energético, condiciones de higiene y seguridad ocupacional, entre otros.
6. Identificación de problemáticas ambientales existentes en la FIA.

2.1 Metodología para la recolección de datos

Como parte de la metodología utilizada, se elaboró un plan de trabajo para la recopilación de la información a utilizar para la evaluación de impactos ambientales generados en la FIA.

Mediante la puesta en marcha del plan de trabajo se cuantificó la población estudiantil, se describieron todos los procedimientos llevados a cabo, así como el consumo de los recursos disponibles y la generación de desechos.

La información se obtuvo en las instalaciones de la FIA en horas hábiles, en el horario de lunes a viernes 8:00-12:00md y de 1:00-4:00pm.

Los procedimientos y actividades llevados a cabo en la FIA son las variables más importantes en el desarrollo de la evaluación de impacto ambiental, esto por el consumo de recursos y la generación de desechos sólidos. Se documentaron los procedimientos propios de cada especialidad de ingeniería y arquitectura para documentarlos y evaluar su impacto potencial.

Se obtuvo la información sobre seguridad industrial, mediante el acercamiento a la oficina del Comité Ejecutivo Central de Seguridad y Salud ocupacional de la Universidad de El Salvador, dicho comité proporciono los mapas de riesgo, los cuales son una herramienta útil para conocer los puntos de riesgo en toda la facultad.

El tema población es importante en esta evaluación de impacto ambiental, ya que el volumen de personas por sí mismo es un factor de peso para la afectación del medio ambiente. Por ello se debe conocer la cantidad de estudiantes anuales que posee la FIA, así como el personal docente y administrativo que se ve involucrado en los procedimientos que llevan a cabo día con día en la facultad.

Esta información fue solicitada a las oficinas de Administración Académica de la FIA, conociendo de esta manera el flujo anual de estudiantes; y por parte de las Escuelas de las diferentes carreras impartidas en la facultad, conocer la cantidad de docentes y personal administrativos que poseen cada una de ellas.

De igual manera es necesario conocer los volúmenes de desecho generados por el desarrollo normal de las actividades dentro de la facultad, y también la demanda de recursos que se genera para cumplir con las actividades en cuestión.

Al igual que se generan desechos sólidos, también se tienen desechos químicos que son considerados dañinos para el medio ambiente. Para cuantificar los desechos químicos generados en la facultad, se acudió principalmente a los

laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, existen otras instancias o departamentos dentro de la facultad, que también pueden generar desechos químicos, pero en menor cantidad y no es posible cuantificarlo, como es el caso del área de mantenimiento, como aceites usados, pinturas, entre otros.

En el caso de desechos químicos, generados por los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos para poder obtener el inventario de reactivos.

2.2 Descripción de los procesos llevados a cabo en la FIA-UES

Actualmente se llevan diversos procesos académicos de forma general que manejan todas las escuelas de Ingeniería y Arquitectura, de los cuales se generan diversos tipos de desechos como papel, cartón, cartuchos usados de tinta o tóner, plástico, equipos de oficina.

2.2.1 Administración académica

Entre los procesos administrativos que se llevan a cabo en Administración académica están los siguientes:

- Retiro extraordinario de asignaturas.
- Cambio de carrera.
- Cambio de carrera (Modalidad en línea).
- Inscripción condicionada.
- Inscripción extemporánea.
- Constancia académica.
- Constancia de aptitud.
- Certificaciones (formato integrado).
- Traslado.
- Autorización.
- Sanción disciplinaria.
- Prórroga egresado.
- Resumen UESE.

- Cambio de modalidad.
- Cuarta matrícula.
- Equivalencias de graduado.
- Prórroga de ingreso Art. 62.
- Retiro de casos especiales.
- Absorción plan de estudios 2017 (Industrial).

2.2.2 Unidad de Ciencias básicas

La unidad de Ciencias básicas es la encargada de las materias cursadas en los primeros años de pensum de todas las carreras de Ingeniería y Arquitectura, cuentan con 2 laboratorios especializados para las materias de Métodos Experimentales y las 3 físicas que se deben cursar. Entre los procesos administrativos que se llevan a cabo en esta unidad son las siguientes:

- Solicitud de prueba diferida (examen corto, examen parcial, practica de laboratorio)
- Solicitud de revisión de nota (examen corto, examen parcial, practica de laboratorio)
- Solicitud de revisión extraordinaria de nota (examen corto, examen parcial, practica de laboratorio)

2.2.3 Escuelas de Ingeniería y Arquitectura

Todas las escuelas de Ingeniería y Arquitectura manejan los mismos procesos administrativos, los cuales van desglosados por áreas específicas, los cuales son:

- ***Procesos de enseñanza-Aprendizaje***
 - Solicitud de prueba diferida (examen corto, examen parcial, practica de laboratorio)
 - Solicitud de revisión de nota (examen corto, examen parcial, practica de laboratorio)
 - Solicitud de revisión extraordinaria de nota (examen corto, examen parcial, practica de laboratorio)

- Colectores de notas finales
- ***Plan de Trabajo de la Modalidad Servicio Social***
 - Informes de avances (parciales y finales) del Servicio Social
 - Solicitudes de servicio social por instituciones externas o internas
 - Carta de finalización del servicio social
 - Constancia de cumplimiento del Servicio social para el estudiante, emitida por el coordinador de la Subunidad de Proyección Social.
- ***Trabajo de Graduación***
 - Formato para perfil y resumen de Trabajo de Graduación
 - Asignación de trabajos de graduación a docentes de la escuela respectiva.
 - Solicitud de cambio de trabajo de graduación
 - Acuerdos relativos a la solicitud de cambio de nombre de trabajo de graduación
 - Solicitud de prórroga de trabajo de graduación
 - Acuerdos relativos a la solicitud de prórroga de trabajos de graduación
 - Documentos en físico y digital del trabajo de graduación.

3. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Línea base para identificación de Impactos Ambientales en la FIA-UES

3.1 Información institucional

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador es una de las facultades más importantes de la institución de educación superior, con su sede en el campus central de la UES.

3.1.1 Misión

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura como parte integral de la Universidad de El Salvador, es una institución formadora de profesionales competentes, responsables y éticos, en las áreas de la ingeniería y la arquitectura; generadora de alternativas de solución a los problemas ingentes nacionales en sus áreas de competencia, promoviendo el desarrollo tecnológico, científico, social, cultural y económico; además promotora de la vinculación con los sectores productivos y sociales, tanto públicos como privados, así como nacionales e internacionales.

3.1.2 Visión

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura deberá ser una institución que sirva de referente en las áreas de su especificidad a nivel nacional y regional; generadora de innovación tecnológica y de investigación aplicada.

3.1.3 Escuelas y Carreras Impartidas

La facultad está dividida en escuelas y unidades académicas que poseen la administración de las carreras y materias impartidas. Las cuales son:

Tabla 3.1 Carreras impartidas en la FIA

Especialidad	Unidad Académica
Arquitectura	Escuela de Arquitectura
Ingeniería Civil	Escuela de Ingeniería Civil
Ingeniería Industrial	Escuela de Ingeniería Industrial
Ingeniería Mecánica	Escuela de Ingeniería Mecánica
Ingeniería Eléctrica	Escuela de Ingeniería Eléctrica
Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos	Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos
Ingeniería de Sistemas informáticos	Escuela de Ingeniería de Sistema Informáticos
Ciencias básicas	Unidad de Ciencias Básicas
Posgrados	Escuela de Posgrados

A continuación, se presentan las descripciones físicas en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, así como también se caracteriza el área de interés de estudio.

3.2 Descripción de los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia de la FIA-UES

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura cuenta con un área de 48,786.3 m², de un total de 383,814 m² que cuenta la Universidad de El Salvador, pertenece la mayor parte al municipio de San Salvador y una pequeña al municipio de Mejicanos, del departamento de San Salvador. Tiene como municipio aledaño a Mejicanos.

Las medidas lineales con las que cuenta la Universidad de El Salvador son Norte: 95.3040m, Sur: 31.7680m, Poniente: 60.00m y Oriente: 95.30m.

Estos datos fueron brindados por el Centro Nacional de Registros de El Salvador a través de una ficha catastro del terreno de la Universidad de El Salvador, la cual se adjunta a continuación.

Ver Anexo E. Ficha Catastral de Universidad de El Salvador

3.2.1 Aspectos Físicos

3.2.1.1 *Ubicación Geográfica*

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura está situada entre los municipios de San Salvador y Mejicanos, cuenta con un área de 48,786.3 m², de un total de 383,814 m² que cuenta la Universidad de El Salvador.

La FIA cuenta con 8 edificios, un área de vegetación a lo largo de toda el área, así como fauna que habita en la zona de vegetación.

En la siguiente figura 3.1 se muestra la vista satelital del área de la FIA donde se observan los edificios y vegetación con la que cuenta el área de evaluación, la extensión y zonas aledañas con que se cuentan.



Fuente: Google Earth

Figura 3.1. Mapa satelital de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES.

En la Figura 3.2 se observa que la FIA está situada a la par del Polideportivo Universitario donde se encuentra la zona de acceso para vehículos, contando con solo un carril de entrada y otro de salida, dando acceso a zonas aledañas como Zacamil, colonia San Luis y del otro extremo del área se cuenta con otra zona de acceso donde su zona aledaña es Residencial Universitaria.



Figura 3.2. Mapa Calle abierta de la FIA-UES

Fuente: Visualizador de Información Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA-MARN)

3.2.1.2 Uso del Suelo

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del Visualizador de Información Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA) del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) el campus de la Universidad de El Salvador está catalogado de acuerdo a la clasificación de usos del suelo en un 100% como Tejido Urbano Continuo. El tejido urbano continuo se define como todos aquellos espacios conformados por edificaciones, así como los espacios anexos a la infraestructura edificada.

Las edificaciones, vías y superficies cubiertas por el avance humano representan un 80% de la superficie del terreno. La vegetación y suelo libre representan el 20% restante. Como se muestra a continuación en la figura 3.3:



Figura 3.3. Mapa del uso del Suelo, Universidad de El Salvador

Fuente: MARN, El Salvador

Ver anexo C. Mapa del uso del Suelo, Universidad de El Salvador

3.2.1.3 Fuentes de agua

La Universidad de El Salvador no cuenta con cuerpos de aguas superficiales o subterráneos ubicados en el área de su campus de acuerdo a los datos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sin embargo, se puede ubicar un pozo de agua a 716 metros de la FIA. Como se muestra a continuación en la figura 3.4:

El campus universitario está rodeado de una fuente superficial, el río Acelhuate comprende los siguientes municipios: Antigua Cuscatlán, San Salvador, Nueva San Salvador, Mejicanos, Soyapango, Ciudad Delgado, Cuscatancingo, Ayutuxtepeque, Tonacatepeque, Guazapa, San Martín, Apopa, Nejapa, Aguilares, San Marcos, Suchitoto, San José Guayabal y Oratorio de Concepción. La cuenca, cuya extensión aproximada es de 1,072.98 Km²

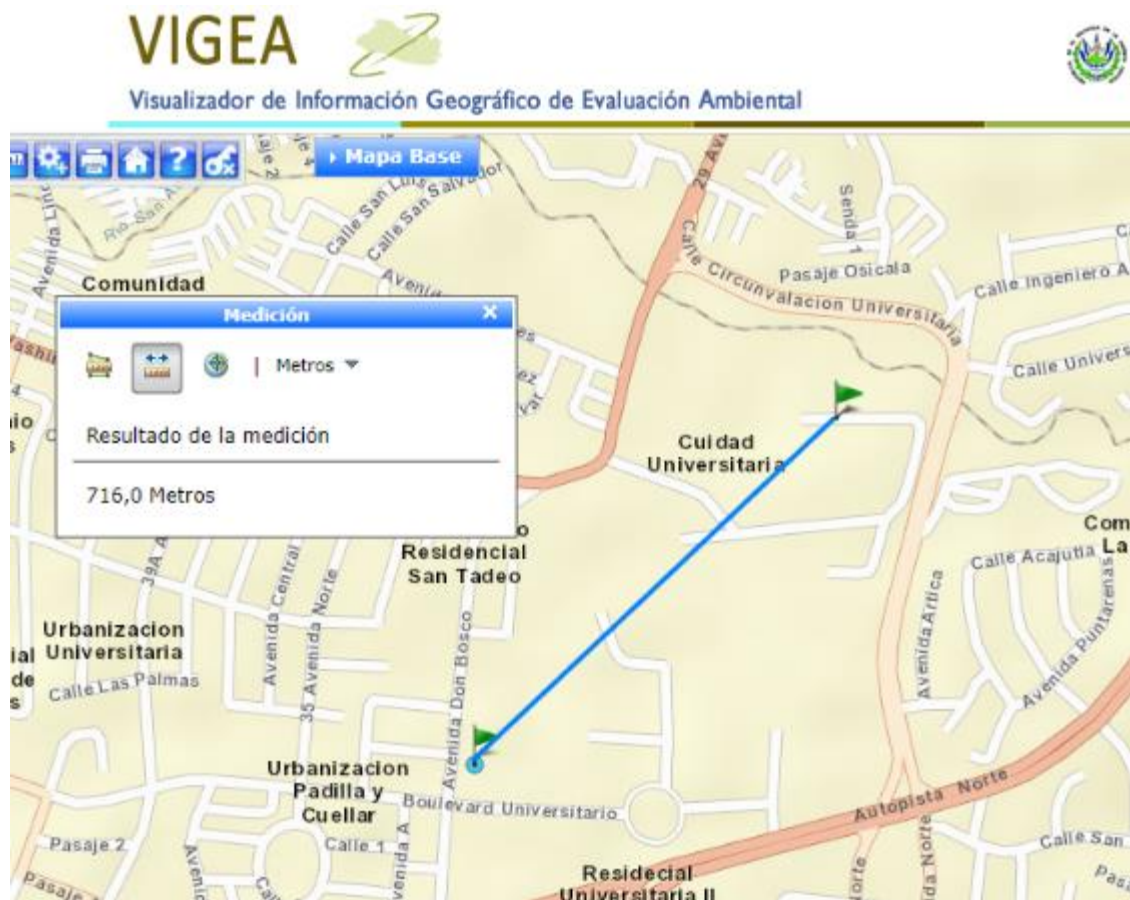


Figura 3.4. Pozos cercanos a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES

Fuente: Visualizador de Información Geográfica de Evaluación Ambiental (VIGEA-MARN)

3.2.2 Aspectos Socioeconómicos

3.2.2.1 Población Universitaria en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

A lo largo de los últimos seis años la población estudiantil ha tenido un aumento progresivo en cada una de las carreras antes mencionadas, debido al aumento en el interés de los bachilleres en los campos de especialización que se imparten en el área de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. En la tabla 3.2 se presentan las estadísticas de los alumnos inscritos por año en cada una de las carreras impartidas.

Tabla 3.2 Población estudiantil inscrita por carrera del año 2012-2018 en la FIA-UES

Carrera	POBLACION ESTUDIANTIL ANUAL						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
A10507 Arquitectura	939	1,000	1,020	940	896	896	926
I10501 Ingeniería Civil	646	704	712	697	702	712	775
I10502 Ingeniería Industrial	1,058	1,112	1,083	998	966	1154	1230
I10503 Ingeniería Mecánica	455	483	514	499	478	516	553
I10504 Ingeniería Eléctrica	697	734	742	711	674	681	737
I10506 Ingeniería Química	326	360	378	393	412	403	427
I10511 Ingeniería de Alimentos	165	181	190	198	209	241	263
I10515 Ingeniería de Sistemas Informáticos	1,525	1,440	1,388	1,289	1,240	1,523	1584
TOTAL	5,811	6,014	6,027	5,725	5,577	6,126	6,495

Fuente: Administración Académica-FIA-UES

Cabe destacar que la población administrativa de la FIA-UES, 246 personas, generan durante sus actividades diarias, impactos ambientales significativos, por los recursos que estas demandan. El personal incluye docentes a tiempo completos, medio y cuarto tiempo, y todos los empleados administrativos.

A continuación, se detallan por escuela la cantidad de personal docente y el personal administrativo que posee la FIA-UES.

Tabla 3.3 Docentes tiempo completo por especialidad en la FIA

Unidad	Número de docentes
Arquitectura	19
Ingeniería Civil	25
Ingeniería Eléctrica	12
Ingeniería Industrial	18
Ingeniería Mecánica	12
Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos	13
Ingeniería de Sistemas Informáticos	17
Unidad de Ciencias Básicas	31
Empleados administrativos	99
TOTAL	246

Fuente: Administración Académica FIA-UES

Para el año 2017 el total de docentes fue de 192 incluyendo los docentes medio tiempo y cuarto de tiempo.

3.2.3 Aspectos Biológicos

Los datos presentados a continuación fueron recopilados en el año 2017 mediante una investigación de campo por parte del Licenciado Botánico Carlos Alberto Elías Ortiz y las Licenciadas en Biología Geraldina Ramírez y Milagros Salinas, ambos proyectos como una investigación para la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad de El Salvador. Los cuales determinaron las especies de flora y fauna que poseen como hábitat todo el territorio de la Universidad de El Salvador.

3.2.3.1 Flora

De acuerdo con la investigación realizada por el Lic. Carlos Elías, seccionando por facultad las especies que conforman la flora de la UES (campus central), en total el territorio de la FIA-UES cuenta con 72 especies, siendo un equivalente a 447 individuos. A continuación, se detalla en la tabla 3.4 la población de cada especie por nombre y cantidad de individuos que habita en el campus de la FIA-UES y zonas aledañas, así como si se encuentran en amenaza de extinción.

Tabla 3.4 Composición Florística en el área de la FIA y el Polideportivo, UES.

No.	Especie	Nombre común	Cantidad de especies vistas	Amenaza de extinción
1	Anacardium occidentale	Marañón	14	No
2	Mangifera indica	Mango	24	No
3	Spondias mombin	Jocote	3	No
4	Annona diversifolia	Anona blanca	2	No
5	Annona muricata	Guanaba	1	No
6	Dieffenbachia bowmanii	Hoja de la suerte	1	No
7	Cocos nucifera	Coco	1	No
8	Chrysalidocarpus lutescens	Palmera Egipcia	11	No
9	Adonidiamerrillii	Palmera Miami	2	No
10	Yucca elephantipes	Izote	1	No
11	Cordyline terminalis	Plumero	4	No
12	Spatodea campanulata	Llama del bosque	1	No
13	Tabebuia rosea	Maquilishuat	6	No
14	Tecoma stans	San Andrés	49	No
15	Cordia alba	Tiguilote	1	No
16	Bursera simaruba	Palo Gioté	1	No
17	Delonix regia	Árbol de Fuego	1	No
18	Cassia grandis	Carao	1	No
19	Cassia siamea	Flor amarilla	2	No
20	Carica papaya	Papaya	1	No
21	Casuarina equisetifolia	Casuarina	2	No
22	Cecropia obtusifolia	Guarumo	5	No
23	Chrysobalanus icaco	Icaco	2	No
24	Terminalia catappa	Almendro de Playa	48	No
25	Cupressus lusitanica	Ciprés	8	No
26	Thuja occidentalis	Tuya	31	No
27	Croton divaricatum	Croto	5	No
28	Ricinus communis	Higuerillo	2	No
				Continúa...

Fuente: Escuela de Biología-UES (2017), Acuerdo No. 74 - Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (2015)

Tabla 3.4 Composición Florística en el área de la FIA, y el Polideportivo, UES. (Continuación)

No.	Especie	Nombre común	Cantidad de especies vistas	Amenaza de extinción
29	Andirainermis	Almendro de Rio	7	No
30	Lonchocarpusminimiflorus	Chapernot	44	Si
31	Sennaoccidentalis	Frijolillo	1	No
32	Dyphysa americana	Guachipillin	6	Si
33	Gliricidiasepium	Madre Cacao	3	No
34	Erythrinaberteroana	Pito	3	No
35	Persea americana	Aguacate	7	No
36	Byrsonimacrassifolia	Nance	3	No
37	Malvaviscusarboreus	Manzanita de pollo	1	No
38	Cedrelaodorata	Cedro	1	Si
39	Enterolobiumcyclocarpum	Conacaste negro	2	No
40	Acacia hindsii	Conrnezuelo	1	No
41	Albiziacaribaea	Conacaste blanco	2	No
42	Inga jinicuil	Paterno	3	No
43	Lngaminutula	Pepeto	3	No
44	Lngapunctata	Pepeto peludo	3	No
45	Lngaspuria	Pepeto	3	No
46	Pithecellobium dulce	Mangollano	6	No
47	Arhocarpusaltilis	Árbol de pan	1	No
48	Ficus benjamina	Laurel de la india	6	No
49	Muntingiacalabura	Capullin de comer	5	No
50	Musa sapientum	Guineo	3	No
51	Eugenia cumini	Cerezo de Belice	10	No
52	Eucalyptussp.	Eucalipto	5	No
53	Psidiumguajava	Guayabo	5	No
54	Zyzygiumjantbos	Manzana pedorra	3	No
55	Zyzygiummalaccensts	Marañon japonés	3	No
				Continúa...

Fuente: Escuela de Biología-UES (2017), Acuerdo No. 74 - Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (2015)

Tabla 3.4 Composición Florística en el área de la FIA y el Polideportivo, UES. (Continuación)

No.	Especie	Nombre común	Cantidad de especies vistas	Amenaza de extinción
56	Flores verdes	Flores verdes	4	No
57	Bocconiafrutescens	Sangre de toro	1	No
58	Rivinahumilis	Achotillo	1	No
59	Finusocarpa	Pino	2	Si
60	Pipertuberculatum	Cordoncillo	15	No
61	Bambusavulgaris	Bambú	1	No
62	Hameliapatens	Chichipince	2	No
63	Sickingiasalvadorensis	Palo Brasil	1	No
64	Citrus limón	Limón	4	No
65	Meliccocabijugatus	Mamon	3	No
66	Simarouba glauca	Aceituno	10	No
67	Tsytneriaaculeata	Uña de gato	4	No
68	Capsicumannuumvar. Annuum	Chile chiltepe	3	No
69	Solanumnigrum	Hierba mora	15	No
70	Acnistusarborescens	Palo hediondo	4	No
71	Trema micrantha	Capulín macho	2	No
72	Urerabaccifera	Chichicaste	5	No

Fuente: Escuela de Biología-UES (2017), Acuerdo No. 74 - Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (2015)

3.2.3.2 Fauna

Debido a la alta densidad de flora en la zona se ha generado un alto desarrollo de la vida animal en todo el campus en general, en específico la FIA-UES presenta una biodiversidad considerable tomando en cuenta las dimensiones de su territorio. En la tabla 3.5 y 3.6 se detallan las especies que constituyen la fauna de la UES (campus central), siendo las aves lo que constituye casi un 90% de la fauna total. Dividiéndose en fauna aérea y terrestre, las especies identificadas son las siguientes:

Tabla 3.5 Fauna aérea en el área de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES.

No.	Especie	Cantidad de especies vistas	Amenaza de Extinción
1	Garcita Verde	1	No
2	Zopilote Común	1	No
3	Zopilote Aura	1	Si
4	Aguililla Caminera	1	No
5	Aguililla Gris	3	No
6	Aguililla Alas Anchas	30	No
7	Aguililla Cola Corta	1	No
8	Aguililla de Swainson	500	No
9	Aguililla Aura	1	No
10	Patamarilla Mayor	1	No
11	Paloma Doméstica	2	No
12	Paloma Morada	3	No
13	Tortolita Cola Larga	2	No
14	Tortolita Canela	2	No
15	Paloma Alas Blancas	8	No
16	Garrapatero Pijuy	1	No
17	Cuculillo Canelo	1	No
18	Tecolote Bajefío	1	Si
19	Búho Café	1	Si
20	Vencejo Collar Blanco	5	No
21	Vencejo de Vaux	2	No
22	Colibrí Garganta Rubí	1	Si
23	Fandanguero Canelo	4	No
24	Colibrí Berilo	1	Si
25	Colibrí Canelo	1	Si
26	Momoto Corona Negra	2	No
27	Momoto Cejas Azules	1	No
28	Tucancillo Collarejo	1	Si
29	Carpintero Bellotero	2	Si
30	Carpintero Cheje	2	Si
31	Carpintero Moteado	1	Si
32	Carpintero Olivo	1	Si
33	Cernícalo Americano	1	Si
			Continúa...

Fuente: Escuela de Biología-UES (2017), Acuerdo No. 74 - Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (2015).

Tabla 3.5 Fauna aérea en el área de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES (continuación)

No.	Especie	Cantidad de especies vistas	Amenaza de Extinción
34	Halcón Peregrino	1	Si
35	Periquito Alas Amarillas	18	No
36	Loro Cachetes Amarillos	1	No
37	Loro Nuca Amarilla	2	No
38	Perico Frente Naranja	2	No
39	Perico Centroamericano	14	No
40	Psittacara	8	No
41	Perico (antes Aratingasp.)	22	Si
42	Perico/Periquito.	10	Si
43	Mosquerito Ocre	2	No
44	Papamoscas Boreal	1	No
45	Papamoscas del Oeste	1	No
46	Papamoscas del Este	1	No
47	Papamoscas Tropical	1	No
48	Contopus	1	No
49	Papamoscas Vientre Amarillo	1	No
50	Papamoscas Chico	1	No
51	Luis Bienteevo	1	No
52	Luis Pico Grueso	1	No
53	Luisito Común	4	No
54	Papamoscas Rayado Común	1	No
55	Tirano Pirirí	2	No
56	Tirano Pálido	1	No
57	Tirano Tijereta Rosado	1	No
58	Cabezón Degollado	1	No
59	Vireón Cejas Canela	1	No
60	Vireo Garganta Amarilla	1	No
61	Vireo Anteojo	1	No
62	Vireo Gorjeador	1	No
63	Vireo Verdeamarillo	1	No
64	Urraca Cara Blanca	2	No
65	Golondrina Alas Aserradas	2	No
66	Golondrina Pecho Gris	1	Si
67	Golondrina Tijereta	1	Si
			Continúa...

Fuente: Escuela de Biología-UES (2017), Acuerdo No. 74 - Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (2015)

Tabla 3.5 Fauna aérea en el área de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES (continuación)

No.	Especie	Cantidad de especies vistas	Amenaza de Extinción
68	Golondrina	1	Si
69	Saltapared Común	2	No
70	Matraca Nuca Canela	6	No
71	SaltaparedChinchibul	1	No
72	Perlita Azul gris	1	No
73	Zorzal de Anteojos	2	No
74	Mirlo Café	5	No
75	Mauillador Gris	1	No
76	Chinito	30	No
77	Chipe Trepador	1	No
78	Chipe Peregrino	2	No
79	Chipe Encapuchado	1	No
80	Pavito Migratorio	1	No
81	Chipe Amarillo	1	No
82	Chipe Dorso Verde	1	No
83	Tangara Azulgris	1	No
84	Tangara Alas Amarillas	1	No
85	Semillero Brincador	10	No
86	Semillero de Collar	1	No
87	Saltador Gris	2	No
88	Piranga Roja	1	No
89	Piranga Capucha Roja	1	No
90	Picogordo Degollado	1	No
91	Colorín Sietecolores	1	No
92	Arrocero Americano	1	No
93	Calandria Castaña	4	No
94	Calandria Dorso Rayado	2	No
95	Calandria Pecho Moteado	2	No
96	Calandria Dorso Negro Mayor	1	No
97	Calandria de Baltimore	1	No
98	Tordo Ojos Rojos	1	No
99	Tordo Cantor	4	No
100	Zanate Mayor	2	No
101	Gorrión Domestico	2	No

Fuente: Escuela de Biología-UES (2017), Acuerdo No. 74 - Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (2015)

Tabla 3.6 Fauna terrestre en el área de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, UES.

No.	Especie	Cantidad	Amenaza de Extinción
1	Ardilla	50	No
2	Mapache	1	Si
3	Tacuacín	5	Si

Fuente: Escuela de Biología-UES (2017), Acuerdo No. 74 - Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción (2015)

El mayor porcentaje de fauna presente en la FIA-UES corresponde a las aves, ya que se tienen identificadas 99 especies de aves en total, sumando entre todas las especies 794 individuos conviviendo con el día a día del territorio en estudio. Entre los mamíferos presentes sobresalen 3 especies que representan 56 individuos, siendo la mayoría ardillas debido a la alta presencia de árboles en la zona.

3.2.3.3 *Clima*

La información se obtuvo a partir de los datos recolectados por la estación ITIC del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ubicados en las instalaciones de la Universidad de El Salvador. La zona es caracterizada por terrenos planos y alomados, al sur se encuentra las lomas de Candelaria y al oeste el volcán de San Salvador, presenta suelos andisoles con ceniza volcánica, es una zona urbana. De acuerdo a la clasificación según Koppen, Sapper y Laurer, la zona donde se sitúa la estación y el campo es catalogada como Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente ya que se ubica en el rango de 0 a 800 metros sobre el nivel del mar y la elevación es determinante, ya que representa 710 metros sobre el nivel del mar. Tomando en cuenta la regionalización climática de Holdridge, la zona de interés se clasifica como “Bosque húmedo subtropical “(con biotemperatura y temperatura del aire, medio anuales menores a 24 °C).

Los rumbos de los vientos son predominantes del Norte durante la estación seca y del suroeste en la estación lluviosa, la brisa marina del Sur y Suroeste ocurre después del mediodía, la velocidad promedio anual es de 7.8 km/h.

La Tabla 3.7 se presenta un resumen mensual de las variables climáticas más importantes en la zona de interés:

Tabla 3.7 Resumen mensual de variables climáticas en la zona de la UES

ESTACION:	SAN SALVADOR ITIC							LATITUD NORTE:	13° 43.6'			
ÍNDICE	S-4							LONGITUD OESTE:	89° 12.3'			
DEPARTAMENTO:	SAN SALVADOR							ELEVACIÓN:	710 MSNM			
PARAMETROS/MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Promedio °C	22	22.6	23.8	24.4	24	23.2	23.1	23.1	22.6	22.7	22.4	22.1
Temperatura Mínima Promedio °C	16.1	16.3	17.5	18.7	19.1	18.9	18.4	18.5	18.6	18.6	17.6	16.6
Temperatura Máxima Promedio °C	29.9	31.3	32.7	32.9	31.6	30.2	30.3	30.5	29.7	29.3	29.0	29.2
Temperatura Mínima Absoluta °C	8.3	9.3	11.4	14.3	13.5	15.5	15.4	14.0	15.9	13.9	11.4	8.7
Temperatura Máxima Absoluta °C	35	37.5	38	38.5	38	34.4	34.5	34.5	34.5	34.0	35.1	34.4
Viento Velocidad Promedio Km/h	9.4	9.2	8.7	7.8	6.5	9.0	5.9	5.7	5.5	6.6	8.9	9.4
Nubosidad en /10	2.6	2.7	3.6	5	6.3	7.1	6.7	6.6	7.4	6.6	4.3	2.9
Humedad relativa %	62	63	64	68	75	82	80	79	83	79	72	65
Evapotranspiración Potencial en mm	136	137	168	168	164	141	152	152	132	136	129	130
Precipitación mm	7.4	5.4	13.7	57.9	165.2	297.1	347.5	328.7	342.6	204.8	32.1	9.1

Fuente: Informe Climatológico de San Salvador del International Tsunami Information Center (ITIC), MARN, El Salvador (2017).

3.3 Consumo de Recursos e Insumos

3.3.1 Consumo de Energía eléctrica

Los datos de consumos de energía eléctrica de la Facultad de Ingeniería y arquitectura presentados en la Tabla 3.8, correspondiente al año 2017, se tomaron de los resultados del proyecto: "PLAN DE TRABAJO DE EQUIPO, MAQUINARIA E INSTALACIONES ELÉCTRICAS CONECTADAS A LA ACOMETIDA 1 DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR", ejecutado en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por el Comité de Eficiencia Energética con la colaboración de estudiantes de Ingeniería en servicio social.

Así mismo, en la Tabla 3.9, se ha identificado los puntos críticos de mayor consumo de energía eléctrica en la FIA-UES, siendo el de mayor registro el edificio que

comparten las escuelas de Ingeniería Industrial y Sistemas Informáticos, ya que presenta una mayor cantidad de población y por ende un aumento de gastos de recursos tecnológicos e iluminación.

En la Tabla 3.8 se recopilan los equipos que representan el consumo de flujo eléctrico en la FIA-UES, así como los equipos con mayor demanda de flujo eléctrico en la Tabla 3.9, siendo los Aires acondicionados los de mayor consumo seguido de los equipos de oficina.

Tabla 3.8 Recopilación de consumo de Kwh/mes de las distintas áreas de la FIA.

	LUMINARIAS (KWh/mes)	ELECTRODOMÉST ICOS (KWh/mes)	EQUIPO DE OFICINA (KWh/mes)	AIRES ACONDICIONADO (KWh/mes)	MOTORES Y MAQUINAS (KWh/mes)	TOTAL, CONSUMO POR ÁREA (KWh/mes)
JARAGUA	2.16	148.80	186.52	0.00	0.00	337.48
CIVIL	456.00	148.26	458.50	1474.00	386.55	2,923.31
BIBLIOTECA FIA	1468.90	297.46	1051.12	6315.16	0.00	9,132.64
CABAÑAS A LADO DEL MARMOL	30.58	224.56	74.96	0.00	0.00	330.10
AUDITORIO MARMOL	95.70	0.00	0.00	0.00	0.00	95.70
MECANICA	634.60	193.54	1045.70	833.08	2386.11	5,093.03
ADMINISTRACION ACAD. FIA	1636.88	199.46	5737.00	4352.49	0.00	11,925.83
ASOCIACIONES Y TOLDO AZUL	94.32	202.99	951.55	756.00	0.00	2,004.86
EDIFICIO DE INDUSTRIAL Y SISTEMAS	3641.57	190.12	7608.97	1927.20	100.35	13,468.22
EDIFICIO B	2460.33	0.00	0.00	0.00	0.00	2,460.33
EDIFICIO C	2460.33	0.00	0.00	0.00	0.00	2,460.33
EDIFICIO D	2699.00	155.72	160.00	633.80	0.00	3,648.52
ELÉCTRICA	2278.65	185.33	1302.42	976.33	0.00	4,742.72
EDIFICIO DE POTENCIA	5.57	0.00	0.00	0.00	0.00	5.57
CIM	379.70	202.29	835.02	10099.68	1038.85	12,555.54
LAB. DE ARQUITECTURA	124.32	0.00	0.00	0.00	0.00	124.32
CARPINTERÍA	193.55	33.40	0.00	0.00	337.60	564.54
CIAN	255.43	342.38	453.75	97.22	1086.12	2,234.90
LAB DE ALIMENTOS	180.63	567.85	0.00	1378.46	0.00	2,126.95
UCB	1497.37	186.86	76.79	401.58	0.00	2,162.61
					Total, Global (KWh/mes)	78,397.50

Fuente: Estudiantes FIA-UES (2017), "Plan de trabajo de equipo, maquinaria e instalaciones eléctricas conectadas a la acometida 1 de la Universidad de El Salvador"

Tabla 3.9 Recopilación de las áreas de mayor consumo de Kwh/mes de la FIA-UES

	LUMINARIAS (KWh/mes)	electrodomésticos (KWh/mes)	EQ DE OFICINA (KWh/mes)	AIRES ACONDICIONADO (KWh/mes)	MOTORES Y MAQUINAS (KWh/mes)	TOTAL CONSUMO POR ÁREA (KWh/mes)
EDIFICIO DE INDUSTRIAL Y SISTEMAS	3641.57	190.12	7608.97	1927.20	100.35	13,468.22
ADMINISTRACIÓN ACAD. FIA	1636.88	199.46	5737.00	4352.49	0.00	11,925.83
CIM	379.70	202.29	835.02	10099.68	1038.85	12,555.54

Fuente: Estudiantes FIA (2017), "Plan de trabajo de equipo, maquinaria e instalaciones eléctricas conectadas a la acometida 1 de la Universidad de El Salvador"

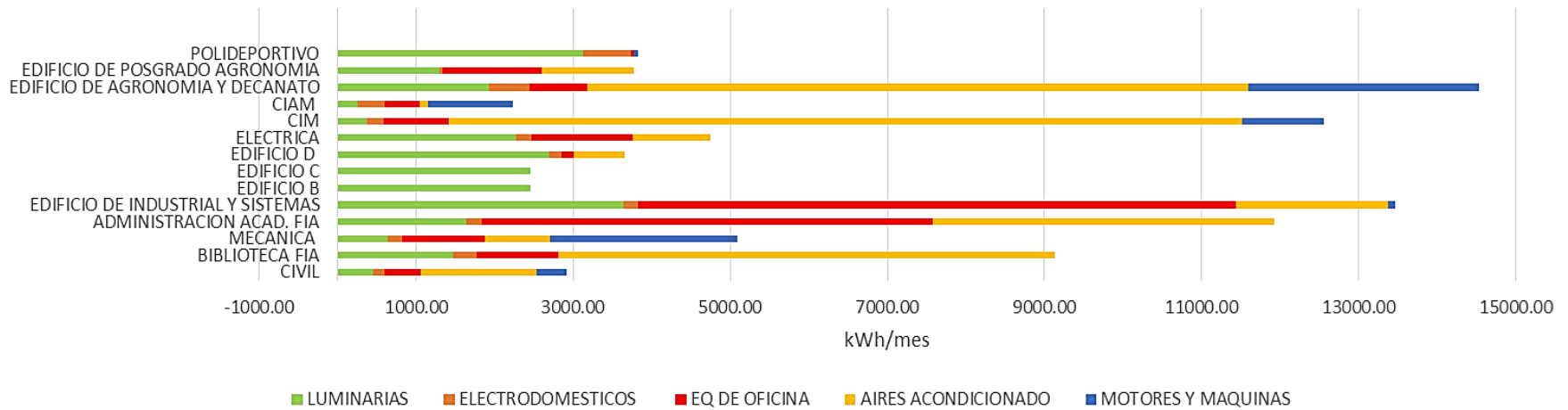


Figura 3.5. Consumo de energía mensual por tipo de carga, según cada edificio.

Fuente: "Plan de trabajo de equipo, maquinaria e instalaciones eléctricas conectadas a la acometida 1 de la Universidad de El Salvador" (2017)

3.3.2 Consumo de reactivos químicos en laboratorios de Ingeniería Química

En la tabla 3.10, se presenta el consumo promedio de reactivos químicos por ciclo, de los cuales se tiene una cantidad promedio de ciento diez sustancias químicas, siendo una cantidad significativa del peligro inminente que puede causar por un mal almacenamiento de estos por las condiciones en que se encuentran dichos laboratorios y las emisiones de toxicidad que algunos de estos generan. A manera de ejemplo, se ha detallado lo que se consumió de reactivos químicos en el ciclo II del año 2017 y su cantidad total en peso de todos los reactivos utilizados.

Tabla 3.10 Consumo de Reactivos de laboratorio de Ingeniería Química

N°	Nombre de la sustancia	Peso (g)	N°	Nombre de la sustancia	Peso (g)
1	Nitrato de sodio		35	Iodo	5
2	Hidróxido de calcio		37	Cloruro de sodio	3
3	Hidróxido de sodio	81.2	38	Sulfato de cobre	150
4	Acetato de sodio		39	Tartrato sodio y potasio	
5	Acetato de plomo	7	40	Cloruro de amonio	80
6	Sulfato de zinc		41	Nitrito de sodio	
7	Ferrocianuro de potasio		48	Nitrato de potasio	2
8	Dicromato de potasio	20	49	Bicarbonato de sodio	8
9	Cromato de potasio	23	50	Fenoltaleína	2.1
10	Safranina		51	Tiosulfato de sodio	16
11	Cristal violeta		52	Sulfato de sodio	
12	Oxalato de amonio		53	Dicloruro de bario	
13	Sulfato de litio		54	Acetato de sodio	
14	Cloruro de cobre		55	Hidroxilamina	
15	Sulfato de níquel		56	Sulfato de amonio ferrico	
16	cloruro de potasio	6	57	Hidróxido de amonio	206
17	Sulfuro de sodio		58	Oxido de calcio	38
18	Nitrato de plomo		59	Tiosanato de potasio	7
19	Cloruro de calcio	13	60	Carbón activado	52
20	Carbonato de sodio	1	61	Nitrato de plata	17.6
21	Cloruro de hierro III		62	Cloruro de zinc	4
22	Cloruro d cobalto		63	Hidrogeno fosfato de sodio	15
23	HCL	229	64	Ácido nítrico	490
24	Trietanolamina		65	Biftalato de potasio	71
25	Tolueno		66	Sulfato de amonio	50
26	Ácido acético glacial	955	67	Ácido acético anhídrido	60
27	Carbonato de calcio	21	68	Acetato de etilo	3
28	Dióxido de titanio		69	Carbonato de sodio	1
29	Glicerina		70	Anaranjado de metilo	2
30	Ácido cítrico		71	Persulfato de potasio	10
31	Naftol		72	Alcohol metílico	92

Fuente: Inventario de reactivos Laboratorios Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, Ciclo II 2017

Tabla 3.10. Consumo de Reactivos de laboratorio de Ingeniería Química (continuación)

N°	Nombre de la sustancia	Peso (g)	N°	Nombre de la sustancia	Peso (g)
76	Cloruro de cobre	2	94	Urea	15
77	Cloruro de bromo	2	95	Tolueno	60
78	Amoniaco	20	96	Tripolifosfato de sodio	25
79	Almidón	21	97	Bromo	4
80	Ácido sulfanilico	15	98	Yoduro de potasio	94
81	Dicloro benceno	50	99	Sulfato de potasio	15
82	Éter	280	100	Ácido muriático	75
83	Hidróxido de calcio	15	101	Ácido salicílico	5
84	Oxido de cobre	20	102	Yodato de potasio	1
85	Cloruro de bario	45	103	Negro de eriocromo	1
86	Oxido magnesio	12	104	Acido oxálico	12
87	Cloruro potasio	30	105	Permanganato de potasio	3
88	EDTA	25	106	Silicato de sodio	2
89	Sulfato de sodio	1	107	Acido benzoico	3
90	Glicerina	5	108	Acido esteárico	3
91	Fosfato de potasio monobásico	4	109	Acetona	38
92	Fosfato de potasio dibásico	5	110	Sulfato de hierro y amonio 12 H ₂ O	40
93	Rojo fenol	0.1			

Fuente: Inventario de reactivos Laboratorios Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, Ciclo II 2017

Total de Reactivos consumido en ciclo II-2017 = 4,277 kg

De acuerdo a la suma del consumo de reactivos realizada en el ciclo II 2017 se toma una como una cantidad promedio del consumo que se tiene por cada ciclo de estudio.

De acuerdo al proyecto de horas sociales diseñado por la EIQA y realizado con la ayuda de estudiantes de Ingeniería química titulado “Gestión de residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos” se pudo calcular la cantidad promedio de reactivos químicos de desecho en un ciclo, sumando la cantidad de **127 kg**. Este dato se toma como un consumo promedio que se da por cada ciclo de estudio realizado.

En el anexo S. se detalla la propuesta de Gestión de residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la escuela de ingeniería química e ingeniería de alimentos, donde dicho plan se está poniendo en práctica desde 2017.

3.3.3 Consumo de Papel

Cada escuela de la FIA para el desarrollo normal de las actividades y procesos requiere de altas cantidades de papel, lo cual involucra la realización de exámenes parciales, cortos, guías de laboratorio, guías de ejercicios, diverso material académico propio de cada materia impartida y avisos que sea necesario publicar, debido al considerable consumo de este recurso por ciclo.

Se obtuvo información de que 5 escuelas de la FIA están reciclando el papel que ocupan, disminuyendo y ayudando de esta forma al medio ambiente a no generar más desechos. En algunas escuelas, el papel se entrega mensualmente a empresas recicladoras locales.

A continuación, en la tabla 3.11 se detalla la cantidad de resmas de papel pedidas al año por cada escuela o unidad de la FIA:

Tabla 3.11 Cantidad de resmas de papel pedidas por Escuela/Unidad FIA

Escuela/Unidad FIA	Cantidad de resmas pedidas al año		
	Tamaño Carta	Tamaño Oficio	Papel Periódico
Arquitectura	30	15	10
Ingeniería de Sistemas informáticos	60	5	10
Ingeniería Industrial	30	2	10
Ingeniería Mecánica	30	30	10
Ingeniería Eléctrica	30	15	10
Ingeniería Civil	30	15	10
Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos	30	15	10
Unidad de Ciencias Básicas	60	30	30
Administración Académica	75	443	35
TOTAL	375	570	135

De acuerdo a la información brindada por la unidad de Planeación de la FIA-UES se obtuvo la cantidad de papel consumido del año 2017 de la FIA-UES, se obtuvo un total de 1,000,070 hojas, esto tomando en cuenta todas las escuelas de cada especialidad y el área administrativa, según la información recopilada de los distintos procesos académicos se estima un consumo promedio y así asignando un porcentaje dependiendo del tipo de proceso que se haga para estimar la cantidad de papel consumido. Se observó que la mayor demanda de papel consumido está en el área administrativa, el resto se reparte en las diferentes escuelas de la FIA, de este se estima que un 75% del papel utilizado se convierte en desecho, lo demás es papelería que es archivada como documentos. De acuerdo a la información proporcionada por la Unidad de Planificación de la FIA-UES por ciclo se posee un consumo de 187,500 hojas de papel bond tamaño carta (lo equivalente a 375 resmas) y 285,000 hojas de papel bond tamaño oficio (lo equivalente a 570 resmas) por todas las escuelas en la FIA-UES y departamentos administrativos. Las especificaciones se detallan en la tabla 3.12:

Tabla 3.12 Cantidad de papel consumido en el año 2017

Tipo de papel	Resmas de papel utilizadas
Bond tamaño carta	375
Bond tamaño oficio	570
Periódico tamaño carta	125
TOTAL	1,070 resmas
TOTAL	1,070,000 hojas
TOTAL, en Peso	5,242 kg

Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES (2017)

Lo común de gramaje en resmas es de 75 g/m², y dimensiones de 0.216 x 0.279 metros de ancho y largo respectivamente, para el tipo carta y dimensiones de 0.216 x 0.318 metros para el tipo oficio (Fuente: Internacional de tamaños de papel y formatos. "<http://www.tamanosdepapel.com/pesos-de-papel.htm>").

- Tipo carta:

$$500 \text{ hojas} \times 0,216\text{m} \times 0,279\text{m} \times 75\text{g/m}^2 = 2259.9 \text{ g} = 2.259 \text{ kg} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

- Tipo oficio:

$$500 \text{ hojas} \times 0,216\text{m} \times 0,318 \text{ m} \times 75\text{g/m}^2 = 2575.8 \text{ g} = 2.575 \text{ kg} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

- Papel periódico: 2.5 kg/resma

En las figuras 3.6 a 3.10, se presenta el detalle en forma de mapa conceptual, cada proceso llevado a cabo en cada una de las Escuela de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, la cantidad de papel estimada que se consume por cada área y proceso llevado dentro de la FIA-UES.

Diagramas de procesos de cada Especialidad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador

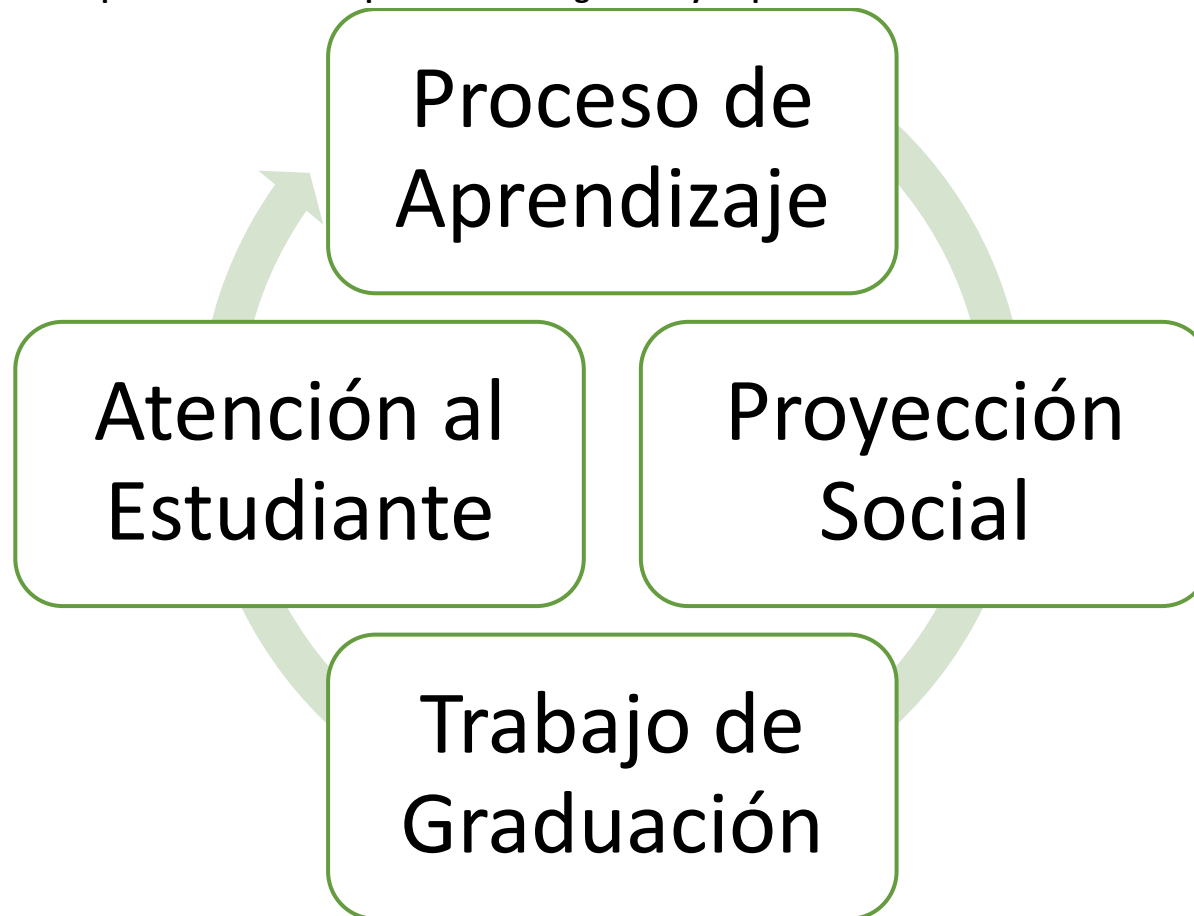


Figura 3.6. Diagrama de procesos de cada Especialidad de Ingenierías y Arquitectura, UES

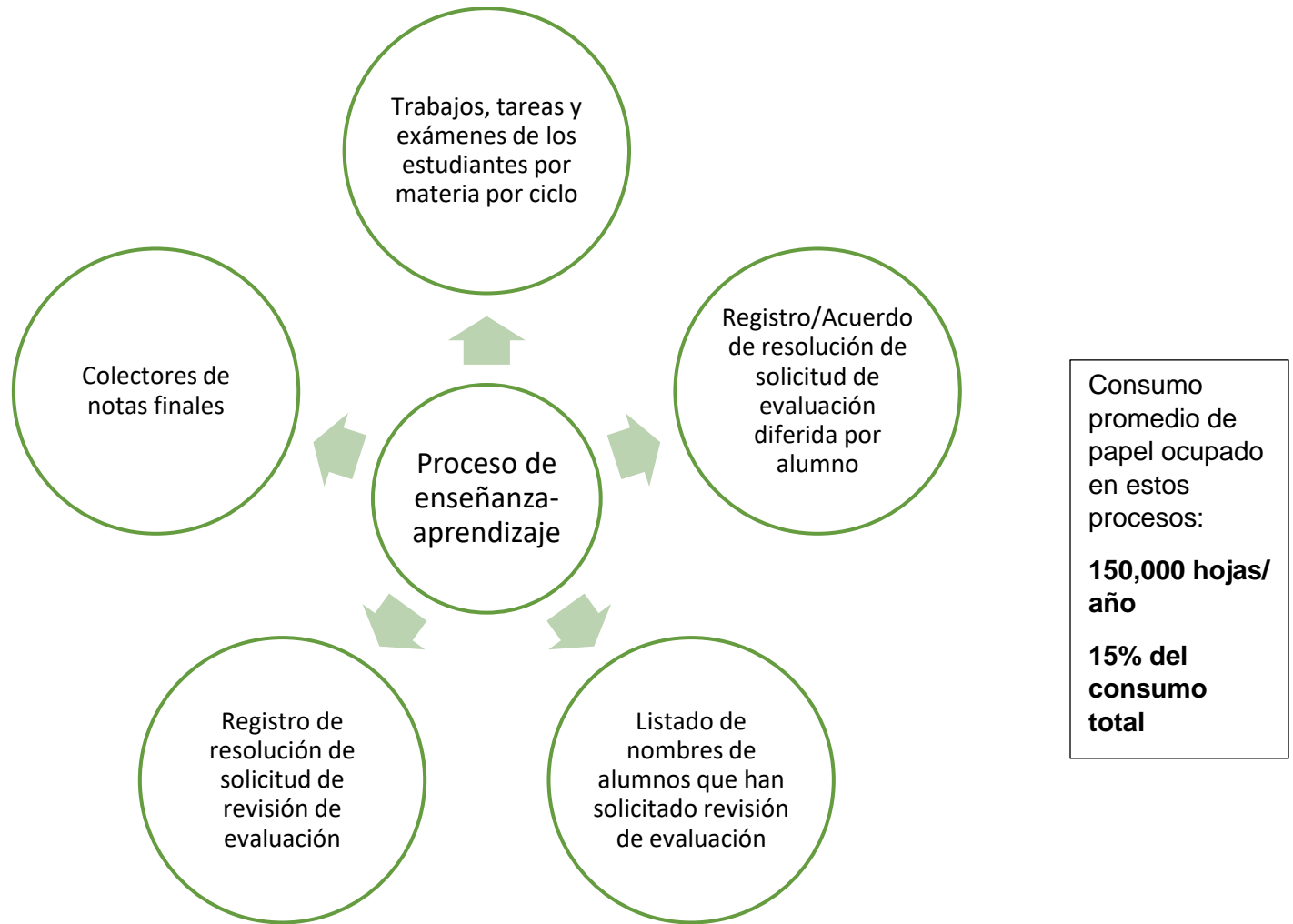
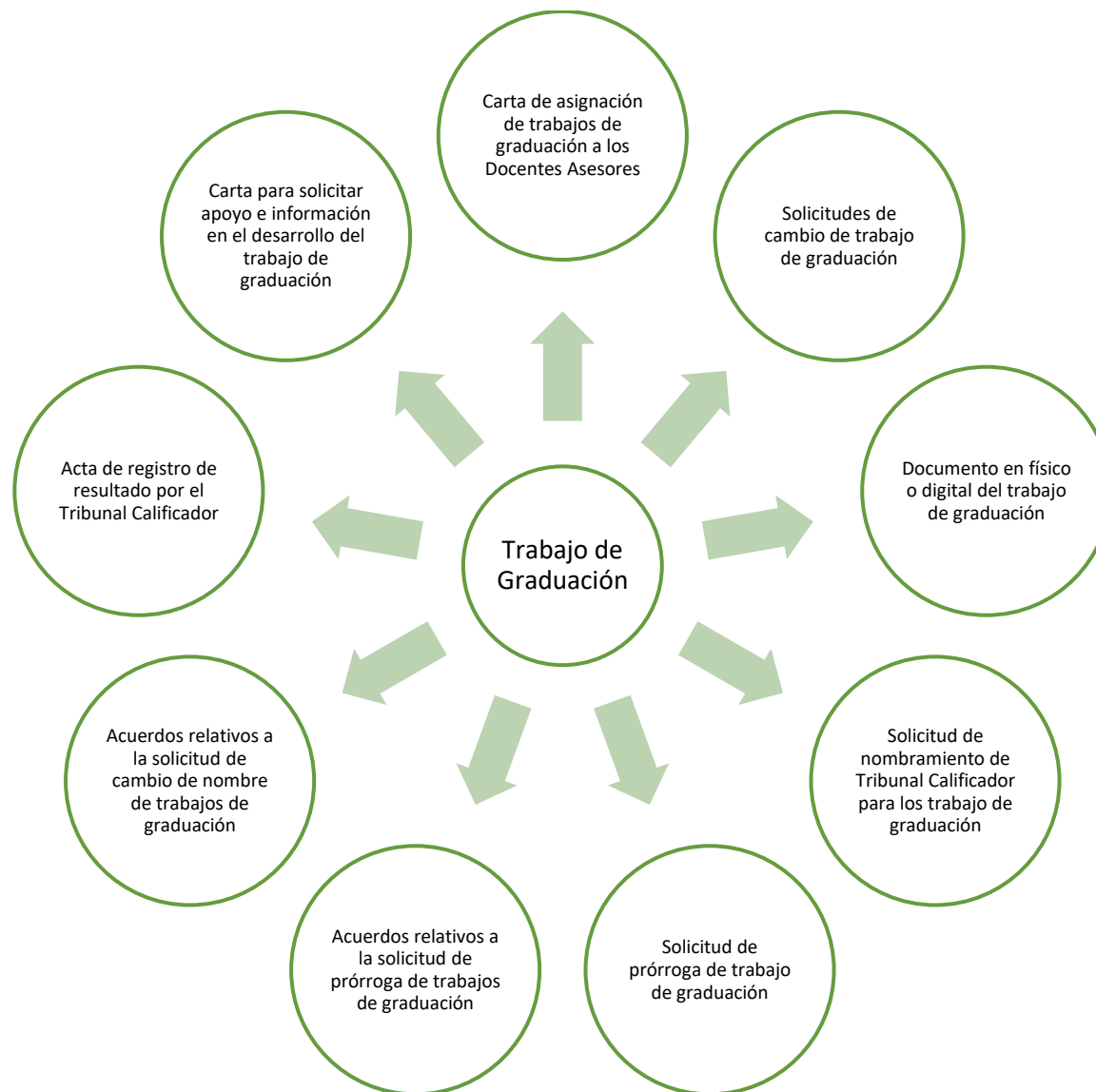


Figura 3.7. Diagrama de proceso de enseñanza-aprendizaje



Consumo promedio de papel ocupado en estos procesos:
100,000 hojas/año
10% del consumo total

Figura 3.8. Diagrama de proceso de Trabajo de Graduación

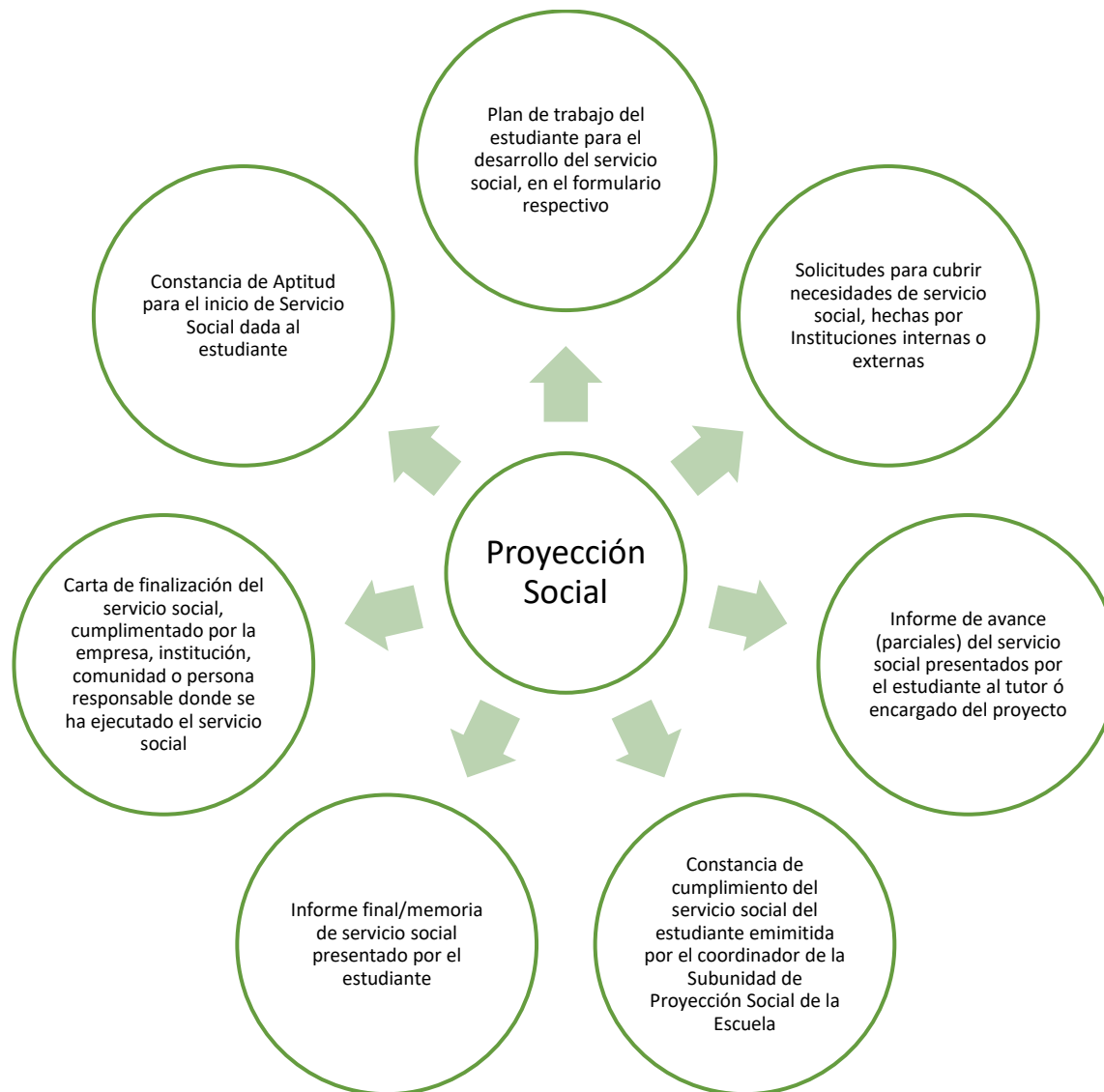


Consumo promedio de papel ocupado en estos procesos:

**50,000
hojas/año**

**5% del
consumo
total**

Figura 3.9. Diagrama de proceso de Atención al Estudiante



Consumo promedio de papel ocupado en estos procesos:

100,000 hojas/año

10% del consumo total

Figura 3.10. Diagrama de proceso Proyección Social

3.3.4 Generación de desechos sólidos en la FIA-UES

A partir de datos obtenidos del trabajo de graduación titulado “Propuesta de valorización energética de los desechos sólidos orgánicos de la Universidad de El Salvador” (2017), se presenta el porcentaje y cantidad promedio de desechos sólidos que se generan en la FIA-UES, la cafetería de la UES y lo que esto impacta al total de desechos de la Universidad de El Salvador, siendo los residuos de comida y el plástico los que reflejan mayor cantidad de desechos sólidos, en la tabla 3.13 se detalla el promedio porcentual de los desechos generado en la UES(campus central).

Tabla 3.13 Porcentaje de los desechos sólidos en los contenedores de la UES

Componentes	Contenedor FIA (%)	Contenedor Comedor estudiantil (%)	Promedio porcentual de los desechos sólidos (%)
Plástico	22.5	23.2	22.9
Residuos de Jardín	20.5	14.7	17.6
Residuos de Comida	24.7	29.7	27.2
Papel y Cartón	21.8	23.8	22.8
Metales	2.0	1.4	1.7
Madera	2.4	0.5	1.45
Vidrio	1.5	2.4	1.95
Otros	4.6	4.3	4.4

Fuente: Cortez I., Palacios S. y Torres A. (2015). “Propuesta de valorización energética de los desechos sólidos orgánicos de la Universidad de El Salvador”.

Así mismo, se detallan las categorías según el tipo de desecho y su cantidad, los porcentajes promedio de cada categoría de desechos sólidos, donde se tomaron de prueba dos depósitos para medir la cantidad de desechos sólidos, siendo los residuos de comida el que mayor porcentaje representa, de un 73% del total de desechos sólidos medidos en ambos depósitos, la tabla 3.14 detalla la cantidad promedio de residuos sólidos provenientes de la cafetería universitaria UES(campus central).

Tabla 3.14 Porcentajes promedio de los desechos sólidos de la cafetería de la UES

Categoría	Depósito 1 (kg)	Depósito 2 (kg)	Total (kg)	Proporciones	Porcentaje (%)
Residuos de comida	73.942	210.570	284.512	0.730	73
Vidrio	0.000	0.000	0.000	0.000	0
Papel y Cartón	4.897	6.920	11.817	0.030	3
Madera	24.000	6.000	30.000	0.077	7.7
Metales	0.000	0.900	0.900	0.002	0.2
Plástico	18.165	15.960	34.125	0.088	8.8
Residuos de jardín	0.000	0.800	0.800	0.002	0.2
Otros	20.996	6.850	27.846	0.071	7.1
Total	142	248	390	1	100%

Fuente: Cortez I., Palacios S. y Torres A. (2015). "Propuesta de valorización energética de los desechos sólidos orgánicos de la Universidad de El Salvador".

En la Tabla 3.15, se presenta el cálculo final de una cantidad promedio de residuos sólidos generados al día y al mes, de todos los contenedores de la UES (campus central).

Tabla 3.15 Residuos generados en contenedores diariamente.

Área	Residuos Sólidos(kg/día)	Residuos Sólidos(kg/mes)
Contenedores UES	2,050	61,500
Ventas de comida FIA-UES	390	11,700
Total	2,440	73,200

Fuente: Cortez I., Palacios S. y Torres A. (2015). "Propuesta de valorización energética de los desechos sólidos orgánicos de la Universidad de El Salvador".

3.4 Identificación de factores ambientales generados por las actividades en FIA-UES

De acuerdo con la evaluación realizada en el campus de la FIA-UES se pudo identificar los factores ambientales, los cuales se detallan en la tabla 3.16; siendo los más significativos y medibles, tomando como prioridad el medio natural y antropogénico.

Tabla 3.16 Identificación de factores ambientales FIA

Medio Natural	
Componente Agua	Aguas superficiales
	Aguas subterráneas
	Caudal
Componente Suelo	Uso del suelo
	Impermeabilidad
Componente Aire	Emisiones de gases efecto invernadero
Componente Flora	Vegetación
Componente Fauna	Animales
Medio Antropogénico	
Componente Sociocultural	Densidad de población
	Salud ocupacional
	Calidad de vida
Componente Económico	Tasa de empleo
	Uso de Recursos Naturales
	Actividades administrativas
Componente paisaje	Paisaje construido
	Visibilidad
	Generación de desechos sólidos y químicos.

3.5 Descripción de los aspectos ambientales

La inspección de los aspectos ambientales en la FIA se realizó de acuerdo a listas de chequeos elaboradas por el grupo de investigación y se identificaron los aspectos ambientales más significativos para su evaluación.

En la tabla 3.17 se muestran detalles importantes sobre el aspecto ambiental: Consumo de agua, con respecto a información general de la situación actual que se tiene en la FIA-UES y las condiciones en que se encuentra este recurso.

Tabla 3.17 Aspecto ambiental Consumo de Agua

ASPECTO AMBIENTAL: CONSUMO DE AGUA			
1	¿Conoce las necesidades reales del consumo de agua?	SI ()	NO (X)
	Actualmente la FIA no cuenta con medidores o reguladores en sus válvulas de toda fuente de agua.		
2	¿La FIA tiene implementado un programa de ahorro y uso eficiente del agua?	SI ()	NO (X)
	La FIA actualmente no se encuentra implementando un programa de ahorro y uso eficiente del agua. No hay un programa de educación ambiental. No se ha realizado reconversión de aparatos sanitarios por tecnologías ahorradoras de agua.		
3	Sus aguas residuales son de tipo	Doméstico (X)	Industrial ()
4	¿Cuál es la empresa que suministra el servicio de acueducto?	A.N.D.A	
5	¿Llevan una estadística de los consumos reales de agua?	SI ()	NO (X)
6	¿La FIA cuenta con tanques de almacenamiento de agua?	SI (X)	NO ()
	Se cuenta con solo un tanque de almacenamiento de agua de 60 m ³		
7	¿Los vertimientos cuentan con algún tipo de tratamiento?	SI ()	NO (X)
8	¿Posee algún tipo de pozo para el abastecimiento de agua?	SI (X)	NO ()
	Cuenta con uno y está ubicado a 700m de la Universidad		
9	Aspectos adicionales relacionados con el aspecto:		
	En la FIA se evidencia la falta de cultura del uso racional y eficiente del agua, ya que se han observado grifos de baños abiertos, aspersores de sistemas de riego con fugas, sanitarios con fugas, ausencia de sanitarios y sistemas de riego con tecnología ahorradora de agua.		

La tabla 3.18 expone la realidad que existe en el campus de la FIA con respecto a una concreta consciencia ambiental en relación a la generación de residuos sólidos y su tratamiento respectivo.

Tabla 3.18 Aspecto ambiental: Generación de residuos sólidos

ASPECTO AMBIENTAL: GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS			
1	¿Qué tipos de residuos sólidos se generan y de dónde provienen?		
	Actividad/Dependencia	Tipo de residuo	
	Oficinas, centro de estudio, salones, fotocopiadoras Zonas comunes, cafeterías	Papel Residuos de comida/plástico	
2	¿Existe separación de residuos en sus depósitos?		
3	¿Se llevan a cabo actividades para reducir la cantidad de residuos generados?		
4	¿Se llevan a cabo actividades para reciclar o reutilizar residuos sólidos?		
5	¿Qué empresa realiza la recolección de residuos sólidos?		
	La empresa MIDES		

En la tabla 3.19 se observa el panorama que existe en el campus de la FIA-UES con respecto al consumo de energía eléctrica, actualización de equipos y necesidad de regulación.

Tabla 3.19 Aspecto ambiental Consumo energía eléctrica

ASPECTO AMBIENTAL: CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA			
1	¿Conoce las necesidades reales del consumo de energía?		
2	¿La FIA tiene implementado un programa de ahorro y uso eficiente de energía?		
	La FIA actualmente no se encuentra implementando un programa de ahorro y uso eficiente de la energía. No hay un programa de educación ambiental de ahorro de energía con equipos que consuman menos.		
3	¿Cuál es la empresa que suministra el servicio?		
	C.A.E.S.S		
4	Aspectos adicionales relacionados con el aspecto:		
	Hay muchos equipos de oficina antiguos que necesitan cambiarse para tener un ahorro en el consumo de energía y así también se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero.		

A continuación, en la tabla 3.20, se observa la importancia que se da a las especies de flora y fauna que poseen como hábitat el campus.

Tabla 3.20 Aspecto ambiental Afectación de Flora y Fauna

ASPECTO AMBIENTAL: AFECTACIÓN DE FLORA Y FAUNA			
1	¿La Universidad cuenta con una política institucional de conservación de Flora y Fauna?	SI ()	NO (X)
	Ni la FIA ni la Universidad cuentan con un programa para conservación de Flora y Fauna.		
2	¿Existe una dependencia encargada de dirigir actividades de conservación y prevención de Flora y Fauna en la Universidad?	SI ()	NO (X)
	La Universidad no cuenta con ello, la facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas deberían ser los encargados de implementarlo.		
3	¿Se han identificado las especies de Flora y Fauna existentes en el campus de la Universidad?	SI (X)	NO ()
	A través de licenciados de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas encargados del área de botánica y zoología se conoció este dato.		

En la tabla 3.21 se detalla la información sobre la situación actual de la FIA-UES respecto a Seguridad y Salud ocupacional.

Tabla 3.21 Aspecto ambiental Seguridad y Salud ocupacional

ASPECTO AMBIENTAL: SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL			
1	¿La FIA-UES cuenta con un plan de riesgos?	SI (X)	NO ()
	La unidad de Planificación FIA-UES cuenta con ello.		
2	¿Existen mapas de riesgo sobre toda la infraestructura de la FIA-UES?	SI (X)	NO ()
	La unidad de Planificación FIA-UES es quien posee dichos mapas.		
3	¿Existe algún comité sobre Seguridad y salud ocupacional en la UES (campus central)?	SI (X)	NO ()
	Denominado: Comité Ejecutivo de Seguridad y Salud Ocupacional y cuenta con un equipo de trabajo en cada facultad de la Universidad.		

3.6 Impactos Ambientales Identificados en FIA-UES

A través de la interacción entre los factores ambientales y los aspectos ambientales se identificaron 10 impactos ambientales generados en la FIA-UES, de los cuales se detallan en la tabla 3.22.

Tabla 3.22 Impactos ambientales FIA

No.	Impactos ambientales FIA
1	Contaminación del agua
2	Erosión
3	Emisión de gases efecto invernadero
4	Extinción de especies
5	Deforestación
6	Contaminación por desechos químicos
7	Contaminación por desechos sólidos
8	Seguridad y Salud Ocupacional
9	Generación de Empleo
10	Consumo de Recursos naturales

3.7 Evaluación de Impactos Ambientales generados en la FIA-UES

Para la identificación y evaluación de los impactos se ha aplicado el método de criterios relevantes integrados (VIA).

El método VIA se basa en un análisis multicriterio, partiendo de la idea de que un impacto ambiental se puede estimar a partir de la discusión y análisis de criterios con valoración ambiental, los cuales se seleccionan dependiendo de la naturaleza del proyecto. Este método consiste en asignar valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de extensión, intensidad, duración, reversibilidad y riesgo, para de esta manera alcanzar el valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos, tal como se ha explicado anteriormente en el Capítulo 1, sección 1.5.4.

Este método constituye una técnica excelente para la identificación y análisis de los impactos ambientales, además, de que facilita la descripción de cada impacto en su medio y su efecto en detalle para luego evaluarlo cuantitativamente a partir de los criterios de evaluación.

La metodología VIA, como previamente se explicó en el marco teórico, considera como indicadores de impactos los siguientes:

- Intensidad (I): cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha.
- Extensión (E): influencia espacial o superficie afectada por la acción antrópica. Es decir, medida del ámbito espacial o de superficie donde ocurre la afectación.
- Duración (D): lapso o tiempo que dura la perturbación. Período durante el cual se sienten las repercusiones del proyecto o número de años que dura la acción que genera el impacto.
- Reversibilidad (Rv): la posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.
- Riesgo (Ri): probabilidad de que el efecto ocurra.

La tabla 3.23 muestra el valor de los indicadores. Estos se comprenden de una escala del 1 al 10.

Tabla 3.23 Escala de valoración de indicadores

Valor	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo
6-10	Alta	Generalizada > 75 %	Larga (> 5 años)	Irreversible (baja capacidad o irrecuperable)	Alto > 50 %
3-5	Media	Local o extensiva de 10-75 %	Media (2>5 años)	Medianamente reversible (de 11 a 20 años, largo plazo)	Medio (10 a 50 %)
1-2	Baja	Puntual < 10 %	Corta (<2 años)	Reversible (a corto plazo <de 10 años)	Bajo < 10 %

Fuente: González, C., "Evaluación de Impacto Ambiental y sociocultural", (2013)

Las fórmulas para el cálculo del método VIA se explican en el Capítulo 1, sección 1.5.4. y posteriormente en el capítulo 4 se muestran los resultados de este Estudio de evaluación de Impactos ambientales en la FIA-UES.

Con los valores del VIA, se pueden establecer las categorías de impactos como se indica a continuación en la tabla 3.24:

Tabla 3.24 Categoría de los impactos a partir del VIA

Categoría	Probabilidad de ocurrencia	Valor de VIA
I	Muy alta	VIA >8
II	Alta	6 < VIA ≤ 8
III	Moderada	4 < VIA ≤ 6
IV	Baja	VIA ≤ 4

Fuente: González, C. "Evaluación de Impacto Ambiental y sociocultural", (2013)

Las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección se elaboraron en función de las categorías asignadas:

- Categoría I. Probabilidad de ocurrencia muy alta. VIA mayor o igual a 8. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
- Categoría II. Probabilidad de ocurrencia alta. VIA entre 6 y 8. Medidas mitigantes o correctivas (preferiblemente estas últimas). Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
- Categoría III. Probabilidad de ocurrencia moderada. VIA entre 4 y 6. Medidas preventivas, que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias cuando el impacto se produzca, si aquellas resultaran costosas.
- Categoría IV. Probabilidad de ocurrencia baja o media. VIA menor o igual a 4. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o de medidas muy económicas.

El Método de Evaluación de impactos ambientales utilizado fue el Método de Criterios Relevantes Integrados (VIA) donde se analizaron y evaluaron los aspectos e impactos ambientales que están presentes en el campus de la FIA, dicha información se representa a través de una matriz de impactos ambientales presentada en la tabla 3.25:

Tabla 3.25 Evaluación de impactos ambientales por el Método VIA

ACTIVIDADES / FACTORES	Carácter	Intensidad	Extensión	Duración	Magnitud	Reversibilidad	Riesgo	VIA	Significancia	Categoría
Contaminación del agua	Negativo	7	10	5	7.8	5	2	7.6	ALTA	Categoría II
Erosión	Negativo	5	5	7	5.4	9	9	7.8	ALTA	Categoría II
Emisión de gases efecto invernadero	Negativo	9	9	9	9	9	9	12.9	MUY ALTA	Categoría I
Extinción de especies	Negativo	7	5	5	5.8	5	5	6.6	MODERADA	Categoría III
Deforestación	Negativo	7	5	5	5.8	5	2	5.7	MODERADA	Categoría III
Contaminación por desechos solidos	Negativo	8	5	5	6.2	5	5	7.1	ALTA	Categoría II
Contaminación por desechos químicos	Negativo	9	5	10	7.6	5	5	6.3	ALTA	Categoría II
Seguridad e Higiene Ocupacional	Positivo	9	5	5	6.6	5	5	7.5	ALTA	Categoría II
Generación de Empleo	Positivo	10	5	2	6.4	5	5	7.3	ALTA	Categoría II
Consumo de Recursos naturales	Negativo	8	8	8	8	8	8	11.0	MUY ALTA	Categoría I

VIA Global: 7.98

4. Resultados de la Evaluación Ambiental

4.1 Análisis de Resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental

Por medio de la evaluación de impactos ambientales realizada por el método VIA, resultaron 2 impactos ambientales de categoría III (nivel Moderado), 6 impactos ambientales con categoría II (Nivel Alto) de los cuales 4 son de incidencia negativa y 2 de incidencia positiva y 2 impactos ambientales con categoría I (Muy alto), de los cuales se ha tomado medidas de prevención, mitigación y corrección para cada una de las categorías, lo cual se detalla en el apartado 4.2. Se observa que de los impactos ambientales con categoría I se encuentran: uso de equipos que producen contaminación por gases de efecto invernaderos, los cuales son vertidos a la atmósfera y perjudica indirectamente al ambiente del área local, el alto índice poblacional es otro factor que incide en el consumo de recursos naturales y la deterioración ambiental de forma directa e indirecta.

También se revelaron 6 impactos ambientales de la categoría II (Nivel Alto), en los cuales se proponen medidas de control ambiental para los impactos de incidencia negativos. Los impactos de incidencia positiva ya se cuenta con propuestas realizadas estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, así como propuestas de manejo de desechos químicos, fue estudiada y organizada por la directiva de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos (EIQA), con ayuda de estudiantes de la misma carrera en proyectos de horas sociales. Los impactos que como grupo se consideró no son de mayor impacto para el área de la FIA o sea impactos de categoría III (Nivel Moderado), ya que no se encontró mayor afluencia en la deforestación y extinción de especies que habitan el área de la FIA tanto como flora y fauna.

4.2 Propuestas de Medidas de prevención, mitigación y corrección

4.2.1 Medidas de Prevención

1. Mantener a salvo la biodiversidad residente en el campus de la FIA-UES debido al equilibrio medio ambiental que representa para la zona, ya que debido al alto índice de flora muchas especies de animales en mayor cantidad aves lo utilizan como su hábitat.
2. Planificar de manera ordenada y sostenible la continua edificación de las diversas facultades sin generar un impacto ambiental a la flora existente.
3. Controles más estrictos en cuanto al uso del recurso agua, si bien el agua que se suministra en la facultad proviene del sistema de servicio público, es decir que es la Administración Nacional de Acueducto y Alcantarillado (ANDA), quien suministra dicho servicio, al usar dicho recurso en forma desmesurada se está contribuyendo al agotamiento de tan importante y esencial recurso para la vida.

4.2.2 Medidas de Mitigación

1. Controlar el consumo masivo de papelería, debido a los procesos que demanda como, por ejemplo: procedimientos de oficina, materiales didácticos, cartas oficiales, entre otros. Actualmente la tecnología permite llevar a cabo diversas actividades sin necesidad de gastar en papel, que cabe recalcar este recurso por sí mismo ya representa un impacto al medio por el origen que posee, por lo que es imprescindible que se utilicen las plataformas digitales proporcionadas por la Universidad de El Salvador.
2. Para poder mitigar el impacto al suelo primero se debe identificar dónde éste se podría ver más afectado y también cuáles serían las actividades que causarían este impacto.
3. Minimizar los cortes y movimientos de tierras innecesarios, en el caso de la realización de un proyecto de remodelación o edificación, procurando desvíos innecesarios de la ruta, solo lo estrictamente necesario de acuerdo a los parámetros de diseño del proyecto.

4. En los laboratorios químicos de uso formativo, prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites, grasas y otras sustancias químicas contaminantes; gestionando el control, tratamiento y disposición de los residuos generados. Actualmente el laboratorio académico de Ingeniería Química (conocido como “Planta Piloto”), actualmente se cuenta con una propuesta de un proyecto de horas sociales, titulado “Gestión de residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la escuela de ingeniería química e ingeniería de alimentos” realizado con la ayuda de estudiantes de Ingeniería Química, que es un plan diseñado y propuesto por la EIQA. (en anexo O se detallan estas medidas).
5. Para el caso del uso de agua se deben establecer programas de prevención, tales como revisiones periódicas de suministros de agua potable, y control del uso de agua para riego, es decir al conectar las mangueras y los demás dispositivos para riego usarlos con un tiempo apropiado. En el caso del consumo de agua en los baños sanitarios se recomienda la instalación de equipos ahorradores de agua, no obstante se conoce que dicha medida ha sido implementada en algunas de instalaciones de la FIA.
6. Establecer controles de limpieza y recolección periódica del material sedimentado en las áreas o estructuras de drenaje, de tal manera evitar acumulaciones de material y que éstos puedan ser arrastrados por las corrientes de agua.
7. Dentro de las medidas a implementarse, está el rescate botánico de especie en peligro de extinción y en dado el caso la reposición de estas especies. En el caso de la revegetación estas deben realizarse con especies nativas, evitando la degradación biológica producida por la introducción de especies exógenas.

8. Es necesario hacer una planificación de proyectos previstos con la finalidad de no destrozarse espacios que se constituyan en hábitats de diversas especies de la fauna.

9. Las medidas de control de riesgos ocupacional son administradas por el Comité Ejecutivo de Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad de El Salvador, la cual brinda las medidas preventivas necesarias para la mitigación y prevención de higiene y seguridad ocupacional. Dicha unidad debe realizar la respectiva Señalización preventiva entre los posibles sitios donde puedan ocasionar daños a la integridad de los trabajadores y transeúntes, (Los anexos F-Q, denotan las identificaciones y mapas de riesgos de la Facultad, proporcionadas por Administración Académica FIA).

La tabla 4.1 se resumen las medidas que se han propuesto, luego de la evaluación de impacto ambiental realizada:

Tabla 4.1 Medidas de prevención, corrección y atenuación de EIA

Descripción de Impacto Ambiental	Tipo de medida ambiental	Descripción de medida ambiental	Espacio de aplicación	Entidad responsable	Resultado esperado
Uso de suelo					
Disposición de residuos y desechos peligrosos	Medida de prevención	Manejo y almacenamiento adecuada de los desechos químicos de los laboratorios de EIQA	Laboratorios de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos	EIQA	Evitar contaminación ambiental por derrame de sustancias químicas peligrosas
Desechos sólidos	Medida de mitigación	Manejo y disposición adecuada de los desechos generados en la FIA.	Zonas de acopio temporales de desechos para la disposición final	Administración FIA, Personal de mantenimiento FIA	Evitar contaminación de derrames y residuos sólidos hacia el suelo
		Desarrollo de programa de instalación de puntos de reciclaje	Campus UES	Unidad de Medio Ambiente de la UES	Concientizar a la población estudiantil acerca de la importancia de separar los desechos para una disposición final
Protección de especies de flora y fauna	Medida de mitigación	Implementar medidas de rescate botánico de especie en peligro de extinción y en dado el caso la reposición de estas especies.	Zona forestal aledaña a la FIA	Administración Central	Control de las especies botánicas en peligro de extinción
Eliminación de pequeña zona forestal	Medida de corrección	Establecer un plan de reordenamiento de los estacionamientos designados	Estacionamiento Facultad de Ingeniería y Arquitectura	Administración FIA	Detener la destrucción de la pequeña zona forestal ubicada en la parte trasera del estacionamiento de la FIA
Continúa...					

Tabla 4.1. Medidas de prevención, corrección y atenuación de EIA (Continuación)

Descripción de Impacto Ambiental	Tipo de medida ambiental	Descripción de medida ambiental	Espacio de aplicación	Entidad responsable	Resultado esperado
Consumo de energía eléctrica					
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	Medida de prevención	Asegurar de que cada departamento (Escuela y Administración Académica) de Facultad de Ingeniería y Arquitectura, cuente con un sistema de control energético	Facultad de Ingeniería y Arquitectura en general	Administración y personal general FIA	Disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero
	Medida de corrección	Establecer horarios de uso eficiente y adaptación de equipo de aire acondicionado con bajo consumo de energía.	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	Administración y Escuelas FIA	Reducción al alto consumo de energía eléctrica que representa el uso diario de equipos de aire acondicionado en la FIA
Consumo de agua					
Gasto desmedido del agua utilizada en los baños	Medida de corrección	Instalación de grifos y sanitarios, que permitan la generación de un consumo de agua fijo	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	Administración y personal de mantenimiento FIA	Reducción de gastos del recurso por uso de los baños
Fugas de agua		Revisión de suministros de agua	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	Administración y Personal de mantenimiento FIA	Disminución del consumo de agua
					Continúa...

Tabla 4.1. Medidas de prevención, corrección y atenuación de EIA (Continuación)

Descripción de Impacto Ambiental	Tipo de medida ambiental	Descripción de medida ambiental	Espacio de aplicación	Entidad responsable	Resultado esperado
Jornada laboral					
Prevención de riesgo de accidentes laborales	Medida de prevención	Control periódico del Plan de Higiene y Seguridad Ocupacional dado en la UES	Facultad de Ingeniería y Arquitectura en general	Comité Ejecutivo de Seguridad y Salud Ocupacional FIA	Garantizar la calidad de vida del personal que labora en la FIA
Consumo de papel					
Uso excesivo de un recurso natural, tala de arboles	Medida de corrección	Concientización del uso adecuado de papel, promover a notificar por correo electrónico cualquier aviso, así como la entrega de material didáctico en digital	Facultad de Ingeniería y Arquitectura	Administración y Escuelas FIA	Reducción al alto consumo de energía eléctrica que representa el uso diario de equipos de aire acondicionado en la FIA

5. Conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental

1. Como resultado de la Evaluación Ambiental se determinaron los impactos ambientales que se generan, resultando un total de diez impactos ambientales.
2. Los impactos negativos que resultaron de la evaluación de impacto ambiental son: Contaminación del agua, Erosión del suelo, Emisión de gases efecto invernadero, Extinción de especies, Deforestación, Contaminación por desechos sólidos, Contaminación por desechos químicos, Consumo de Recursos naturales
3. Los impactos positivos que resultaron de la evaluación de impacto ambiental son: Seguridad e Higiene Ocupacional, Generación de Empleo
4. La contaminación por desechos peligrosos de tipo químico requiere de la aplicación y seguimiento a detalle del plan de disposición final desarrollado por la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos, ya que representa un parte de la contaminación de los cuerpos de agua y el aire circundante, así como la salud de las personas responsables de su manejo. Se genera un total promedio de 127kg de desechos peligrosos por ciclo en los laboratorios.
5. El impacto al medio ambiente por parte del desarrollo de las actividades de la FIA de acuerdo al resultado de la evaluación ambiental por el método de evaluación VIA, el impacto global resulto ser de 7.98, debido al consumo de recursos naturales como agua y energía eléctrica, además de las emisiones de efecto invernadero que son los impactos de mayor relevancia.
6. En la Universidad de El Salvador, a pesar de ser considerado un espacio territorial poco extenso en el tema de hábitat y biodiversidad, se cuenta con especies en peligro de extinción tales como el búho café, zopilote aura, colibrí berilo, entre otros, que en su mayoría son aves y algunos mamíferos, los cuales merecen protección para salvaguardar la supervivencia de las mismas.

6. Recomendaciones

1. Se debe impulsar por parte de los gestores o autoridades de la FIA-UES, una concientización acerca del consumo de recursos que se llevan en la FIA-UES. Las actividades requieren de una planificación y, a la vez crear una mejor consciencia ambiental a toda la población estudiantil para que permita hacer un mejor uso de los recursos e instalaciones.
2. Crear un plan de preservación a las áreas verdes ubicadas a lo largo de todo el campus con el fin de no afectar el ecosistema de la Universidad de El Salvador, ya que se cuenta con una alta biodiversidad tanto animal como vegetal.
3. Señalar en su totalidad todos los puntos de recepción de desechos sólidos ubicados en toda el área de la FIA, crear un sistema de mantenimiento mensual para los depósitos de desechos sólidos.
4. Dar uso apropiado a los equipos tecnológicos que poseen altos requerimientos de energía eléctrica, en especial los aires acondicionados, ya que esto permitirá reducir considerablemente el consumo de este recurso y se minimicen los gases de efecto invernadero generados.
5. Instalar de puntos de deposición de la basura, en función del tipo de desecho, papel, plástico, metales y residuos orgánicos, ya que esto permitirá el reciclaje y la separación de desechos sólidos.
6. Concientización del uso adecuado de papel, incitar a la utilización de medios digitales.

7. Instalación de suministros de agua, que permitan generar un consumo medido del recurso, así como también la revisión periódica de estos; con el fin de estimar un ahorro tanto económico como consumo del recurso.

8. Solicitar el apoyo por parte de las autoridades de la FIA la ejecución del plan de desarrollo de manejo de reactivos para su almacenamiento y descarte, esto mejorara la administración de estos en los laboratorios químicos y así mantener buenas prácticas para el descarte y manejo de reactivos químicos.

7. Referencias bibliográficas

1. Alvarenga Ortiz, T., Ayala Benavides, O. y Portillo Castro, R. (2015). "Cálculo de la huella ecológica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador". Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador.
2. Canales M., Rivas L. y Sorto R. (2010). "Estudio del proceso bioquímico de fermentación en digestores para la producción de biogás y biofertilizante a partir de residuos orgánicos provenientes del campus de la Universidad de El Salvador". Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador.
3. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 1994."Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Conceptos y Antecedentes Básicos". Santiago de Chile, Chile.
4. Coria, I. (2008) "El estudio de impacto ambiental: características y metodologías" vol. 11, núm. 20, pp. 125-135, Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Rosario, Argentina
5. Cortez Argueta, F. (2016) "Manejo de sólidos comunes de la Universidad de El Salvador". Plan de Manejo de sólidos, Unidad Ambiental. Universidad de El Salvador.
6. Cortez I., Palacios S. y Torres A. (2015). "Propuesta de valorización energética de los desechos sólidos orgánicos de la Universidad de El Salvador". Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador.
7. Espinoza, G. (2002) "Gestión y fundamentos de Evaluación de impacto ambiental", Manual de Evaluación de Impacto ambiental, Banco

Interamericano de Desarrollo (BID)-Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). Santiago de Chile, Chile.

8. López, M. (2001) "Evaluación de impacto ambiental: metodología y alcances- El Método MEL-ENEL", Manual de Evaluación de Impacto ambiental, Instituto Centroamericano de Administración Pública. San José, Costa Rica.
9. Mendoza, D., Ramos, F. y Riasco, S. (2016). "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001". Trabajo de Grado, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador.
10. Rivera, D., Pérez, O y Martínez, V. (2018), "Gestión de residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la escuela de ingeniería química e ingeniería de alimentos" Trabajo de pasantía social, Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador.
11. Rojas, M. (2003) "Manual de evaluación de impacto ambiental", Trabajo de Graduación. Trabajo de Grado. Escuela de Mecánica Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Sitio web

- Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador (2018) Recuperado a partir de <http://www.fia.ues.edu.sv/academica/index.html>

ANEXOS

ANEXO A. Plan de trabajo para solicitud de documentos para la investigación

PROGRAMA	OBJETIVO ESPECIFICO	ACCIONES A EJECUTAR	META	Fecha INICIO-FINAL	INDICADOR	RECURSOS		FUENTES DE INFORMACIÓN
						HUMANOS	MATERIALES	
IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	Recopilar información relacionada a la salud y seguridad ocupacional	1) Investigar si se tiene un mapa de riesgos de la FIA. 2) Investigar la existencia de Leyes y reglamentos de Seguridad y Salud ocupacional sobre los Riesgos que estan presentes en la FIA	2 semanas	21/Mayo-4/Junio	Mapa de riesgos de la FIA. Leyes y reglamentos que...	Miembros del Comité SSO-FIA	Mapa documentado de los sitios de riesgo (digital o fisico), Leyes y reglamentos de Seguridad y Salud ocupacional sobre los Riesgos que estan presentes en la FIA	Comite de SSO-FIA
	Conocer la población docente que labora en la FIA	1) Investigar el numero de personas que trabajan por escuelas de Ingeniería y Arquitectura	2 semanas	21/Mayo-4/Junio	Planilla de empleados y contratos de maestros que trabajen por horas	1 persona	Entrevista	Vice-Decano FIA
	Determinar mediante investigación la cantidad de empleados administrativos que posee la FIA	1) Investigar el numero de personas que trabajan por sector administrativo o financiero de la FIA	2 semanas	21/Mayo-4/Junio	Planilla de empleados y contratos de personas que trabajen por servicios profesionales	1 persona	Entrevista	Decano-FIA
	Actividades y procedimientos llevados a cabo en la FIA	1) Redactar todos los procedimientos realizados por cada escuela de ingeniería y arquitectura para estimar la cantidad de papel que se gasta por cada solicitud, procedimiento académico y evaluaciones que se realizan y así estimar el impacto que estos desechos generan.	1 semana	4/Junio-11/Junio	Documentos como solicitudes por cada actividad que se realiza, además todo material didáctico entregado por los docentes	1 persona	Entrevista y documentación relacionada a todas las actividades y solicitudes llevadas a cabo	Directora Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Inga. Tania Torres
	Investigar la demanda de servicios básicos existente en la FIA	Identificar el consumo mensual de agua y luz que la FIA demanda del año 2017, con el fin de determinar el impacto que este gasto representa al medio ambiente.	2 semanas	4/Junio-19/Junio	Recibos del año 2017 para estimar el consumo en un año exacto y la tendencia con los años anteriores y posteriores	1 persona	Recibos o documentos que determinen el consumo de servicios básicos	Decano-FIA

PROGRAMA	OBJETIVO ESPECIFICO	ACCIONES A EJECUTAR	META	Fecha INICIO-FINAL	INDICADOR	RECURSOS		FUENTES DE INFORMACIÓN
						HUMANOS	MATERIALES	
IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES	Conocer los volúmenes de generación de desechos sólidos	Investigar la cantidad de desechos sólidos orgánicos al mes que se generan en la FIA y que son llevados por MIDES	1 semana	11/Junio-19/Junio	Recibos de MIDES del año 2017 para estimar el consumo en un año exacto y la tendencia con los años anteriores y posteriores	1 persona	Recibos y encuesta dirigida a los procedimientos utilizados para su manejo y disposición	Administración Financiera FIA
	Conocer mediante investigación la cantidad de desechos de reactivos químicos generados en los laboratorios impartidos. Desechos de reactivos químicos generados en Laboratorios	1) Investigar la cantidad de desechos y residuos generados al mes en los laboratorios de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. 2) Investigar la cantidad de reactivos utilizados al mes por los mencionados	1 semana	11/Junio-19/Junio	Formato del movimiento de inventario de todos los reactivos utilizados en los laboratorios, determinando con cuánto se inicio, cuánto ingreso y cuánto se utilizó.	1 persona	Documentación física de las existencias en inventario y los respectivos ingresos y egresos del mismo anualmente con respecto a todos los reactivos utilizados en laboratorios	Ing. Teodoro Ramirez (EIQA)
	Recopilar información sobre el estado del recurso suelo presente en la FIA	Investigar a partir de los mapas e información que las escuelas pueda brindarnos, será posible reconocer el estado actual del recurso suelo en todo el territorio de la facultad, conociendo todos los puntos impermeabilizados debido a construcciones como aquellos más críticos y que necesitan de una mayor atención. Así mismo será posible conocer los niveles que el mismo posee.	1 semana	19/Junio-26/Junio	1) Mapa del estado y niveles de Suelo. 2) Estudios topográficos 3) Mapas sobre puntos impermeabilizados del suelo en la FIA	Miembros de Unidad de Planificación FIA	Mapas sobre los diversos niveles del suelo, puntos impermeabilizados y calidad del suelo	Unidad de Planificación FIA

Figura A-1. Identificación de Evaluación de Impactos Ambientales

ANEXO B. Calculo del método VIA para evaluación de impactos

Calculo para el impacto Aguas superficiales:

Intensidad = 7

Reversibilidad = 5

Extensión = 10

Riesgo = 2

Duración = 5

Magnitud = Intensidad * 0.4 + Extension * 0.4 + Duracion * 0.2

Ecuación 1

$$\text{Magnitud} = 7 * 0.4 + 10 * 0.4 + 5 * 0.2 = 7.8$$

VIA = Reversibilidad^{0.22} * Riesgo^{0.22} * Magnitud^{0.61}

Ecuación 2

$$\text{VIA} = 5^{0.22} * 2^{0.22} * 7.8^{0.61} = 7.6$$

ANEXO C. Ubicación para los basureros de residuos en la UES.

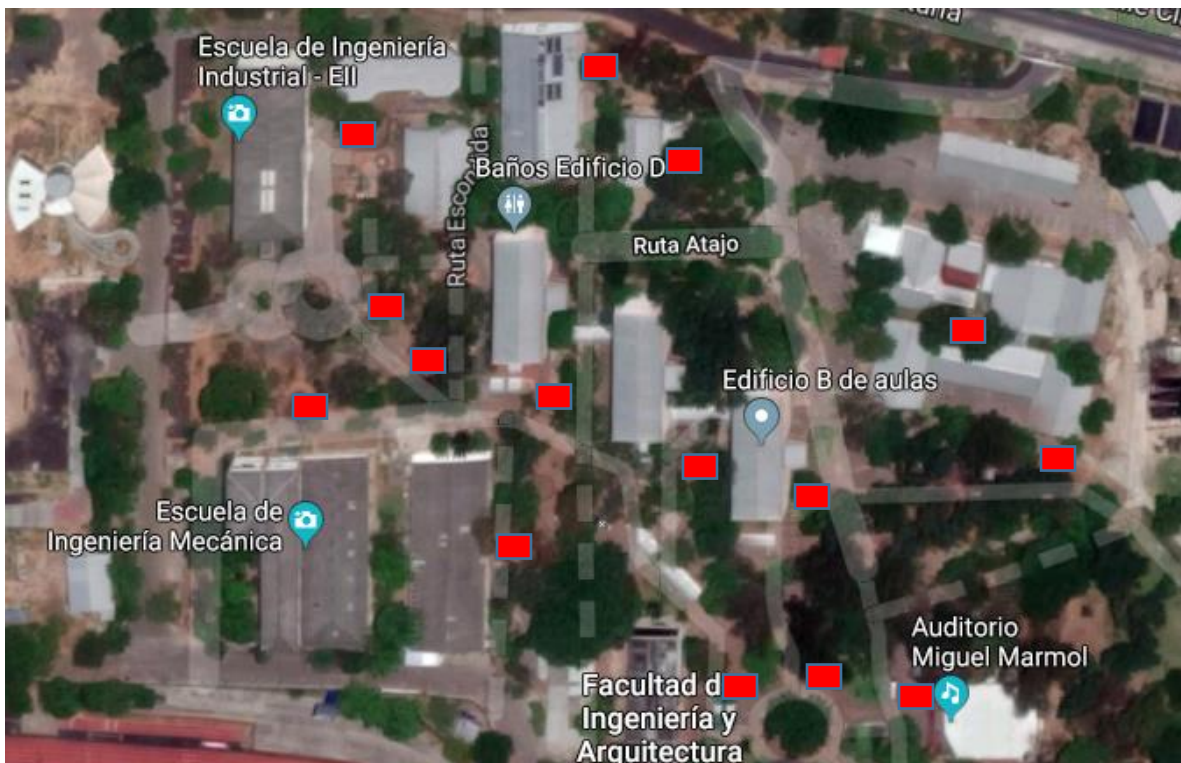


Figura C-1. Ubicación de basureros de residuos FIA-UES.

Fuente: Cortez I., Palacios S. & Torres A. (2015). "Propuesta de valorización energética de los desechos sólidos orgánicos de la Universidad de El Salvador".

ANEXO D. Uso del Suelo Universidad de El Salvador

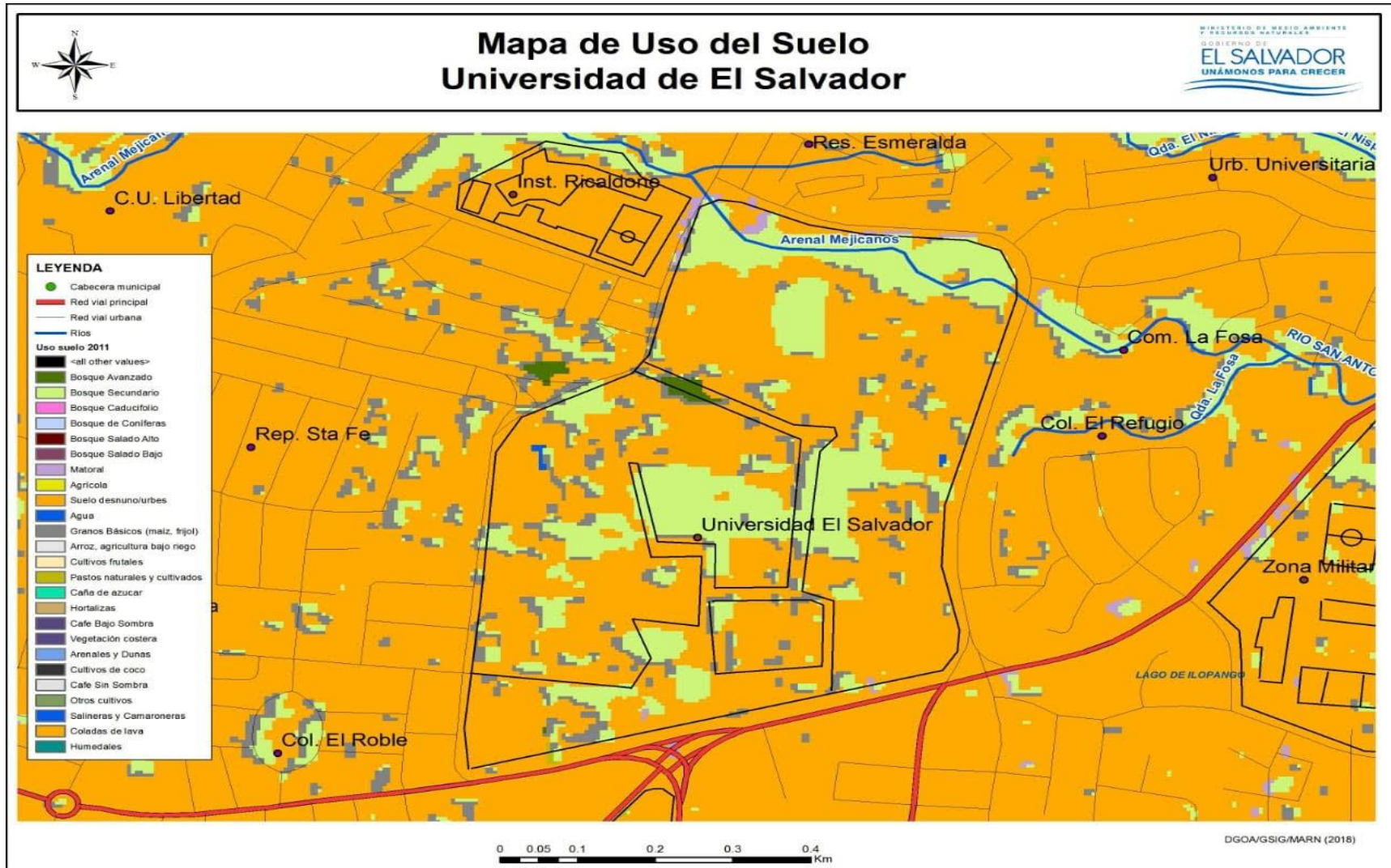


Figura D-1. Mapa de uso del suelo Universidad de El Salvador

ANEXO E. Ficha catastral de la Universidad de El Salvador

No. de Transacción 062018009432		 Centro Nacional de Registros		REPUBLICA DE EL SALVADOR UNÁMONOS PARA CRECER	
Mapa / Parcela	0614U01/6				
Área	383814.8252 m ²				
Perímetro	2754.2012 m				
Uso	INSTITUCIONAL-EDUCACION-UNIVERSIDADES-PUBLICO				
Matrícula / Index Propietario(s) según SIRyC					
Libro / ins y otros	SIRyC → 200206004223-				
Propietario/Poseedor /Ocupante	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR(Pro)				
Frentes	5(000)C LONG= 769.4mts 6(P) LONG= 986.7mts suma = 1756.1 mts				
Cta Alcaldía					
Dirección	CALLE SAN ANTONIO ABAD, Y CALLE CIRCUNVALACION UNIVERSITARIA, S/N, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, SAN SALVADOR, SAN SALVADOR				
Colindantes	0614U01(1)-TODAR SANDOVAL, ANA CONCEPCION 0614U01(2)-UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR 0614U02(2)-SERRANO, FRANCISCO ROQUE 0614U01(4)-GOBIERNO Y ESTADO DE EL SALVADOR 0614U10(22)-FUNDACION BENJAMIN BLOOM 0614U02(26)-POR EL DERECHO DE LOS COMUNEROS 0614U10(17)-BUSTILLO DE AYLAGAS, SARA 0608U24(318) - W&S SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE - W&S S.A. DE C.V. 0614U24(396)-POR EL DERECHO DE LOS COMUNEROS 0608U17(725)-MUNICIPALIDAD DE SAN SALVADOR	0614U02(1006)- 0608U24(2053)-ALVARADO, JAIME ALFARO 0608U24(2053)-RUIZ HUEZO, MARIA ESPERANZA 0608U24(2056)-GOMEZ DE FUNES, KEINA ISABEL 0608U24(2156) - CAÑAS DIAZ, MARIO ERNESTO - 0614U01(50000)			
Antecedente catastral					
Otros datos	Categoría = 12 SIRyC → 200206004223- ES UN CASO DE INDETERMINACION FISICA DE INMUEBLES. ABARCA EL IGN 12. NO SE CONSIGNA EL AREA POR NO PODERSE DETERMINAR. EL INMUEBLE HA SIDO DIVIDIDO EN 3 PORCIONES DE LA CUALES ESTAN EN POSESION DE CONCEPCION CORTEZ MARTINEZ, ERNESTO MARROQUIN RODRIGUEZ, DICHAS PARCELAS NO SE PUEDEN INDIVIDUALIZAR ENTRE SI COMO TAMPOCO SE PUEDEN INDIVIDUALIZAR DEL INMUEBLE QUE CORRESPONDE A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, DIFIERE LA UBICACION DEL INMUEBLE. LAS MEDIDAS LINEALES SON NORTE: 93.3040 METROS, SUR: 31.7800 METROS, PONIENTE: 60.00 METROS Y ORIENTE: 95.30 METROS. ES RITURA DE REMEDIACION 51 DEL LIBRO DECIMO. EN LA CIUDAD DE SAN SALVADOR EL DIA 14 DE MAYO DEL 2002 ANTE LOS OFICIOS DEL NOTARIO NELSON ROANERGES LOPEZ CARRILLO, OTORGADA POR LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. LA RETENCION SE PRESENTA AL NUMERO 200206004223. LA PRESENTE FICHA ABSORBE LOS IGN 155, 1 Y ADEMAS ABSORBE LOS MAPAS 37214162 CORRESPONDE RESTITUCIONES I-R, I-A, G, 3-D, E, F, 4-C, E, EL INMUEBLE HA SUJETO A SUBSEGURO DE HECHO QUE SE LEVANTE EN FICHA 2, DIFIERE LA UBICACION DEL INMUEBLE.				

NOTA:
 "Las medidas que Catastro proporciona, están dentro de tolerancia por el método utilizado para su levantamiento, por lo tanto no pueden ser consideradas como absolutas; así mismo, la información que se detalla no es definitiva en relación a los propietarios, antecedentes registrales y la definición de Límites Municipales y/o Departamentales".

Ver. Externas
 No. 42
 Fecha: 06-07-2018, 11:34:04

Figura E-1. Ficha catastral de la Universidad de El Salvador
 Fuente: Centro Nacional de Registros (CNR), El Salvador

ANEXO F. Identificación de riesgos en Escuela de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura-UES

Caracterización del riesgo Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos					
Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes	
	Docencia	Riesgos estructurales	Grietas y fisuras en pisos y paredes	Golpe o lesión en cabeza, o cualquier parte del cuerpo	
			Riesgo de caída por ventanas al nivel de puesto de trabajo sin estructura de sujeción tipo balcón.	Desplome de estructura física ante fenómeno sísmico	
		Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas.	Estrés laboral	
		Prevención de accidentes	No hay una adecuada señalización	Caos de flujo de personal en situación de emergencia	
		Agente físico: iluminación	Las medidas de lux no son adecuadas para el tipo de actividad que se realiza.	Golpe o lesión en cualquier parte del cuerpo Estrés laboral Fatiga	
	Pasillos y gradas	Riesgos estructurales	Gradas no presentan superficie antideslizante ni barandales que resguarden caídas a distinto nivel	Caída al mismo nivel.	
			Riesgo de caída sobre áreas de circulación de objetos colgantes	Caída a diferente nivel	
			Gradas no presentan superficie antideslizante ni barandales que resguarden caídas a distinto nivel	Fracturas menores y graves	
			Abertura entre pared y gradas	Desplome de cielos falsos y lámparas	
			Grietas y fisuras en pisos y paredes	Golpe o lesión en cabeza, o cualquier parte del cuerpo	
	Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).				

Caracterización del riesgo Escuela de Ingeniería Mecánica

	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
Escuela de Ingeniería Mecánica	Pasillos y paredes	Riesgos estructurales	Riesgo de caída sobre áreas de circulación de objetos colgantes	Caída al mismo nivel.
			Gradas no presentan superficie antideslizante ni barandales que resguarden caídas a distinto nivel	Caída a diferente nivel
			Abertura entre pared y gradas	Fracturas menores y graves
			Grietas y fisuras en pisos y paredes	Golpe o lesión en cabeza, o cualquier parte del cuerpo
	Docencia	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral
			Prevención de accidentes	Caos de flujo de personal en situación de emergencia
			Agente físico: iluminación	Golpe o lesión en cualquier parte del cuerpo Estrés laboral Fatiga
	Secretaría	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
			Agente físico: iluminación	Golpe o lesión en cualquier parte del cuerpo Estrés laboral Fatiga
	Dirección	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
			Agente físico: iluminación	Golpe o lesión en cualquier parte del cuerpo Estrés laboral Fatiga
		Riesgo estructural	Riesgo de caída por ventanas al nivel de puesto de trabajo sin estructura de sujeción tipo balcón.	Desplome de estructura física ante fenómeno sísmico

Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. “Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001” (2016).

Caracterización del riesgo Escuela de Ingeniería Industrial

	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
Escuela de Ingeniería Industrial	Pasillos y gradas	Riesgos estructurales	Riesgo de caída sobre áreas de circulación de objetos colgantes	
			Gradas no presentan superficie antideslizante ni barandales que resguarden caídas a distinto nivel	Caída al mismo nivel. Caída a diferente nivel Fracturas menores y graves
		Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral
		Prevención de accidentes	No hay una adecuada señalización	Caos de flujo de personal en situación de emergencia
	Docencia	Agente físico: iluminación	Las medidas de lux no son adecuadas para el tipo de actividad que se realiza	Golpe o lesión en cualquier parte del cuerpo Estrés laboral
			En ciertas épocas del año, durante la mañana los rayos del sol dan directamente sobre el área de trabajo, ya que las ventanas carecen de un elemento regulador de la entrada de luz solar	Deslumbramiento
	Secretaría	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distenciones corporales
		Caída a distinto nivel	Las ventanas no presentan protección alguna para evitar caída de distinto nivel	Golpe o muerte
		Agente físico: iluminación	En ciertas épocas del año, durante la mañana los rayos del sol dan directamente sobre el área de trabajo, ya que las ventanas carecen de un elemento regulador de la entrada de luz solar	Deslumbramiento
	<p align="center">Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. “Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001” (2016).</p>			

Caracterización del riesgo Escuela de Ingeniería Industrial				
Escuela de Ingeniería Industrial	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
	Dirección	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
		Riesgo estructural	Riesgo de caída por ventanas al nivel de puesto de trabajo sin estructura de sujeción tipo balcón.	Desplome de estructura física ante fenómeno sísmico
	BODEGA	Agente físico: iluminación	En ciertas épocas del año, durante la mañana los rayos del sol dan directamente sobre el área de trabajo, ya que las ventanas carecen de un elemento regulador de la entrada de luz solar	Deslumbramiento
		Riesgo biológico	Lo almacenado no tiene un plan de mantenimiento de orden y limpieza por lo que se respira polvo en el ambiente	Problemas respiratorios
		Prevención de accidentes	Se observa desorden	Golpes o Atrapamiento en evacuación
Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).				

Caracterización del riesgo Escuela de Ingeniería Sistemas Informáticos

Escuela de Ingeniería Sistemas Informáticos	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
	Escuela de Ingeniería Sistemas Informáticos	Pasillos y gradas	Riesgos estructurales	Riesgo de caída sobre áreas de circulación de objetos colgantes
Gradas no presentan superficie antideslizante ni barandales que resguarden caídas a distinto nivel				Caída al mismo nivel.
				Caída a diferente nivel
Docencia		Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral
		Prevención de accidentes	No hay una adecuada señalización	Caos de flujo de personal en situación de emergencia
Secretaría		Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
		Caída a distinto nivel	Las ventanas no presentan protección alguna para evitar caída de distinto nivel	Golpe o muerte
Dirección		Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
		Riesgo estructural	Riesgo de caída por ventanas al nivel de puesto de trabajo sin estructura de sujeción tipo balcón.	Desplome de estructura física ante fenómeno sísmico
Bodega		Riesgo biológico	Lo almacenado no tiene un plan de mantenimiento de orden y limpieza por lo que se respira polvo en el ambiente	Problemas respiratorios
		Prevención de accidentes	Se observa desorden	Golpes o Atrapamiento en evacuación

Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).

Caracterización del riesgo Escuela de Ingeniería Civil

Escuela de Ingeniería Civil	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
	Pasillos y gradas	Riesgos estructurales	Riesgo de caída sobre áreas de circulación de objetos colgantes	
			Gradas no presentan superficie antideslizante ni barandales que resguarden caídas a distinto nivel	Caída al mismo nivel. Caída a diferente nivel Fracturas menores y graves
	Docencia	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral
		Prevención de accidentes	No hay una adecuada señalización Pasillos obstruidos	Caos de flujo de personal en situación de emergencia
	Secretaría	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
		Caída a distinto nivel	Las ventanas no presentan protección alguna para evitar caída de distinto nivel	Golpe o muerte
	Dirección	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
		Riesgo estructural	Riesgo de caída por ventanas al nivel de puesto de trabajo sin estructura de sujeción tipo balcón.	Desplome de estructura física ante fenómeno sísmico
	Bodega	Riesgo biológico	Lo almacenado no tiene un plan de mantenimiento de orden y limpieza por lo que se respira polvo en el ambiente	Problemas respiratorios
		Prevención de accidentes	Se observa desorden	Golpes o Atrapamiento en evacuación

Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).

Caracterización del riesgo de Escuela de Ingeniería Eléctrica

Escuela de Ingeniería Eléctrica	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
	Cubículos	Señalización.	No se cuenta con la señalización adecuada tanto de prohibiciones como de emergencia.	Mala reacción a emergencias.
		Ventilación.		Propagación de enfermedades. Sofocación. Electrocución.
		Riesgos Eléctricos.	Existen bajones de energía periódicos.	Deterioro del sistema eléctrico. Cortocircuitos.
		Riesgos Ergonómicos	No se cuenta con el mobiliario adecuado para realizar las tareas.	Desarrollo de problemas físicos.
		Estrés Ocupacional.	La temperatura del lugar es alta.	Desarrollo de problemas físicos.
	Recepción	Riesgos Eléctricos.	Se mantienen muchas conexiones en un mismo tomacorriente.	Electrocución. Deterioro del sistema eléctrico.
		Riesgos Ergonómicos	No se cuenta con el mobiliario adecuado para realizar las tareas.	Desarrollo de problemas físicos
		Estrés Ocupacional	La temperatura del lugar es alta.	Desarrollo de problemas físicos.
		Señalización	No se cuenta con la señalización adecuada tanto de prohibiciones como de emergencia.	Mala reacción a emergencias.
	Bodega	Riesgo Físico	Existen insumos mal apilados en estantería.	Caída de objetos. Caída al mismo nivel. Lesiones.
	Sala de reuniones	Señalización.	No se cuenta con la señalización adecuada tanto de prohibiciones	Mala reacción a emergencias.

Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).

Caracterización del riesgo Escuela de Arquitectura

Escuela de Arquitectura	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
	Dirección	Señalización.	No se cuenta con la señalización adecuada tanto de prohibiciones como de emergencia.	Mala reacción a emergencias.
		Ventilación.		Propagación de enfermedades. Sofocación.
		Riesgos Eléctricos.	Existen bajones de energía periódicos.	Electrocución. Deterioro del sistema eléctrico. Cortocircuitos.
		Riesgos Ergonómicos	No se cuenta con el mobiliario adecuado para realizar las tareas.	Desarrollo de problemas físicos.
	Recepción	Riesgos Eléctricos.	Se mantienen muchas conexiones en un mismo tomacorriente.	Electrocución.
			Cortocircuitos.	Deterioro del sistema eléctrico.
		Riesgos Ergonómicos	No se cuenta con el mobiliario adecuado para realizar las tareas.	Desarrollo de problemas físicos.
		Estrés Ocupacional	La temperatura del lugar es alta	Desarrollo de problemas físicos.
		Señalización	No se cuenta con la señalización adecuada tanto de prohibiciones como de emergencia.	Mala reacción a emergencias.

Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).

Caracterización del riesgo Escuela de Arquitectura				
Escuela de Arquitectura	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
	Cubículos	Riesgos Físicos	Existen objetos salientes en pasillos.	Golpes. Lesiones.
		Estrés Ocupacional.	La temperatura del lugar es alta.	Desarrollo de problemas físicos.
	Bodega	Riesgo Físico	Existen insumos mal apilados en estantería.	Caída de objetos. Caída al mismo nivel. Lesiones.
	Sala de reuniones	Señalización.	No se cuenta con la señalización adecuada tanto de prohibiciones como de emergencia.	Mala reacción a emergencias.
Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).				

Caracterización del riesgo Unidad de Ciencias Básicas

Unidad de Ciencias Básicas	Área	Tipo de riesgo	Condición	Tipos de accidentes
	Docencia	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral
		Prevención de accidentes	No hay una adecuada señalización	Caos de flujo de personal en situación de emergencia
		Agente físico: iluminación	Las medidas de lux no son adecuadas para el tipo de actividad que se realiza	Golpe o lesión en cualquier parte del cuerpo Estrés laboral Fatiga
	Secretaría	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
		Agente físico: iluminación	La cantidad de lux no es la adecuada para las tareas que se realizan	Estrés laboral Golpes Caídas
		Riesgo Eléctrico	Existen tomacorrientes sin la debida protección	Electrocución, Cortocircuito
	Dirección	Riesgos ergonómicos	Las sillas no son totalmente estables ni cómodas para evitar posturas incorrectas	Estrés laboral Distensiones corporales
		Agente físico: iluminación	La cantidad de lux no es la adecuada para las tareas que se realizan	Estrés laboral Golpes Caídas
	Almacén	Riesgo biológico	Lo almacenado no tiene un plan de mantenimiento de orden y limpieza por lo que se respira polvo en el ambiente	Problemas respiratorios
		Prevención de accidentes	Se observa desorden	Golpes o Atrapamiento en evacuación
	Pasillos	Riesgos estructurales	Fisuras y grietas	Caídas al mismo nivel Golpes
	<p align="center">Fuente: Mendoza, D.; Ramos, F.; Riasco, S. "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para el Área Administrativa, de Servicio, Personal Docente, Áreas Verdes y Áreas de Circulación en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador Basado en la Norma OHSAS 18001" (2016).</p>			

ANEXO G. Mapas de Riesgos del Edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

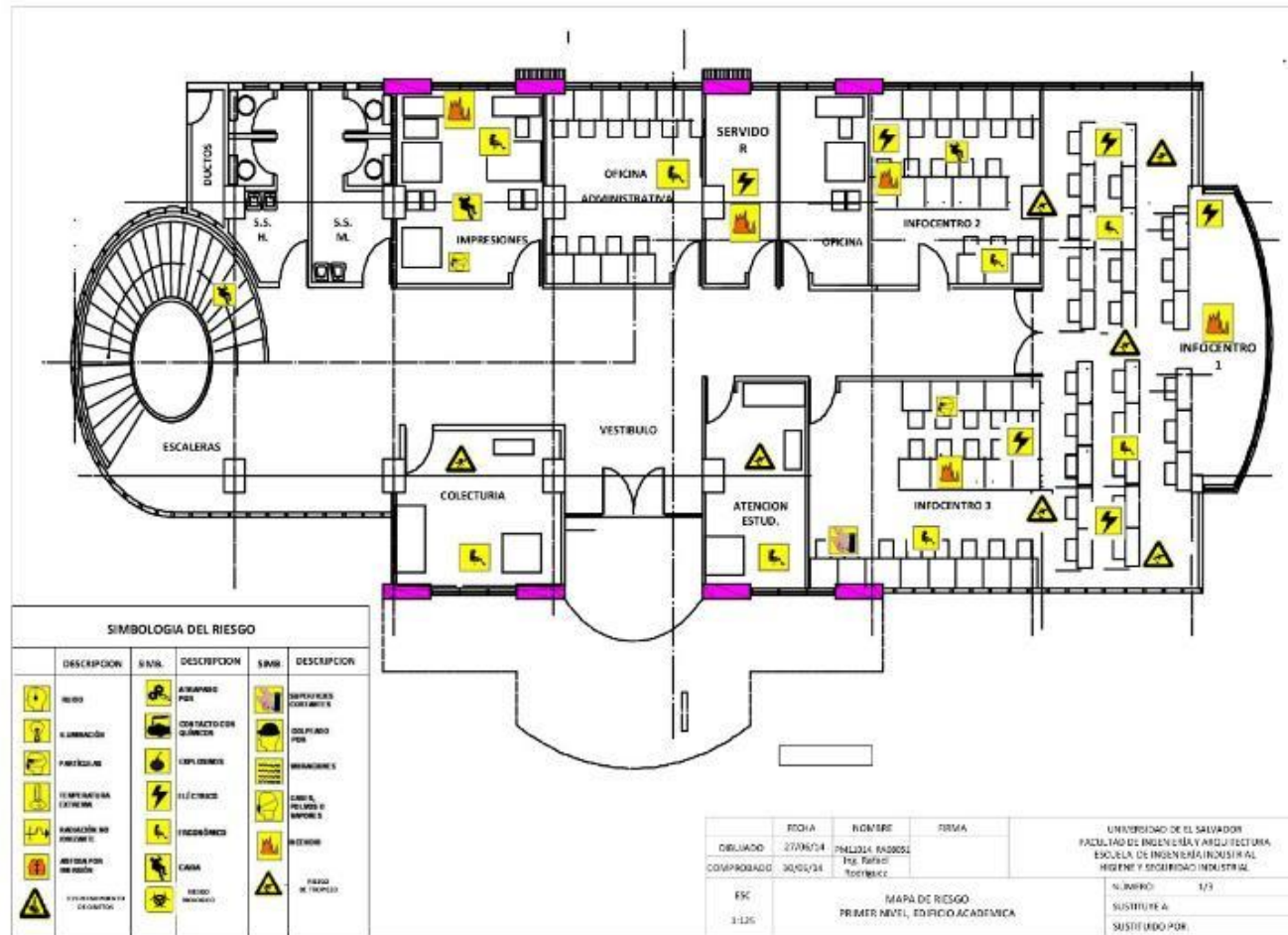


Figura G-1. Mapa de riesgo del edificio administrativo primera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

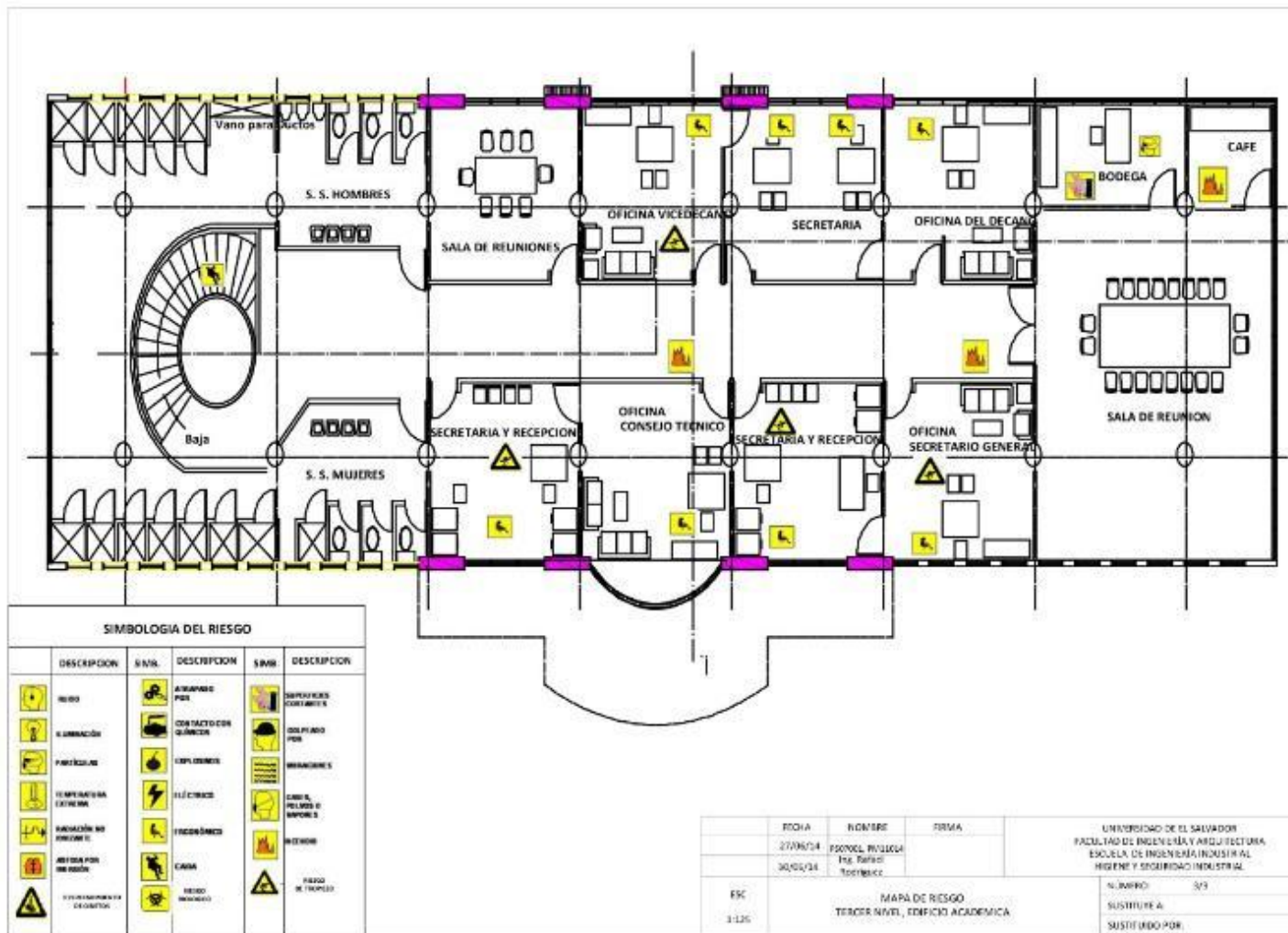


Figura G-3. Mapa de riesgo del edificio administrativo tercera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

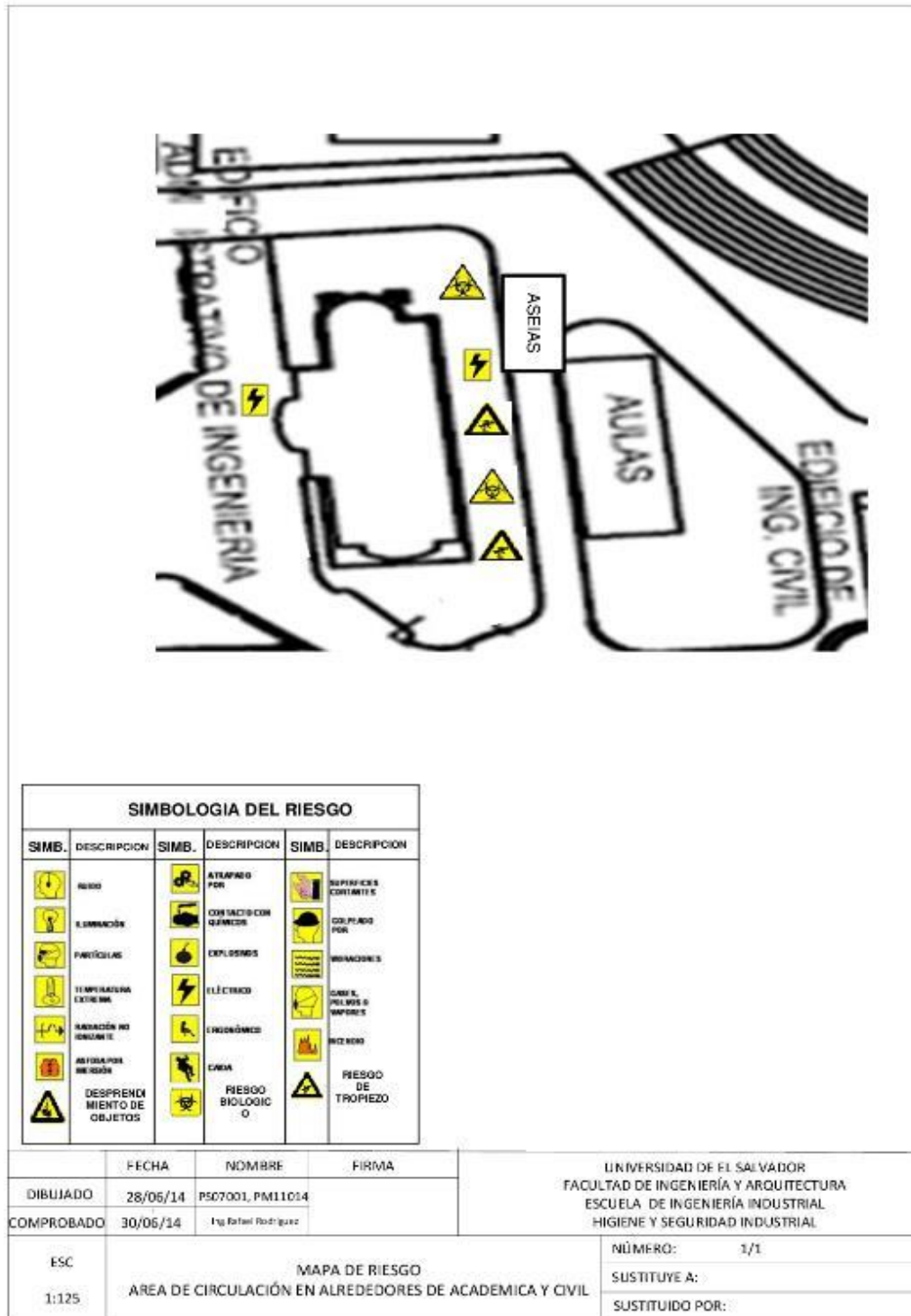


Figura G-4. Mapa de riesgo área alrededor de edificio administrativo
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

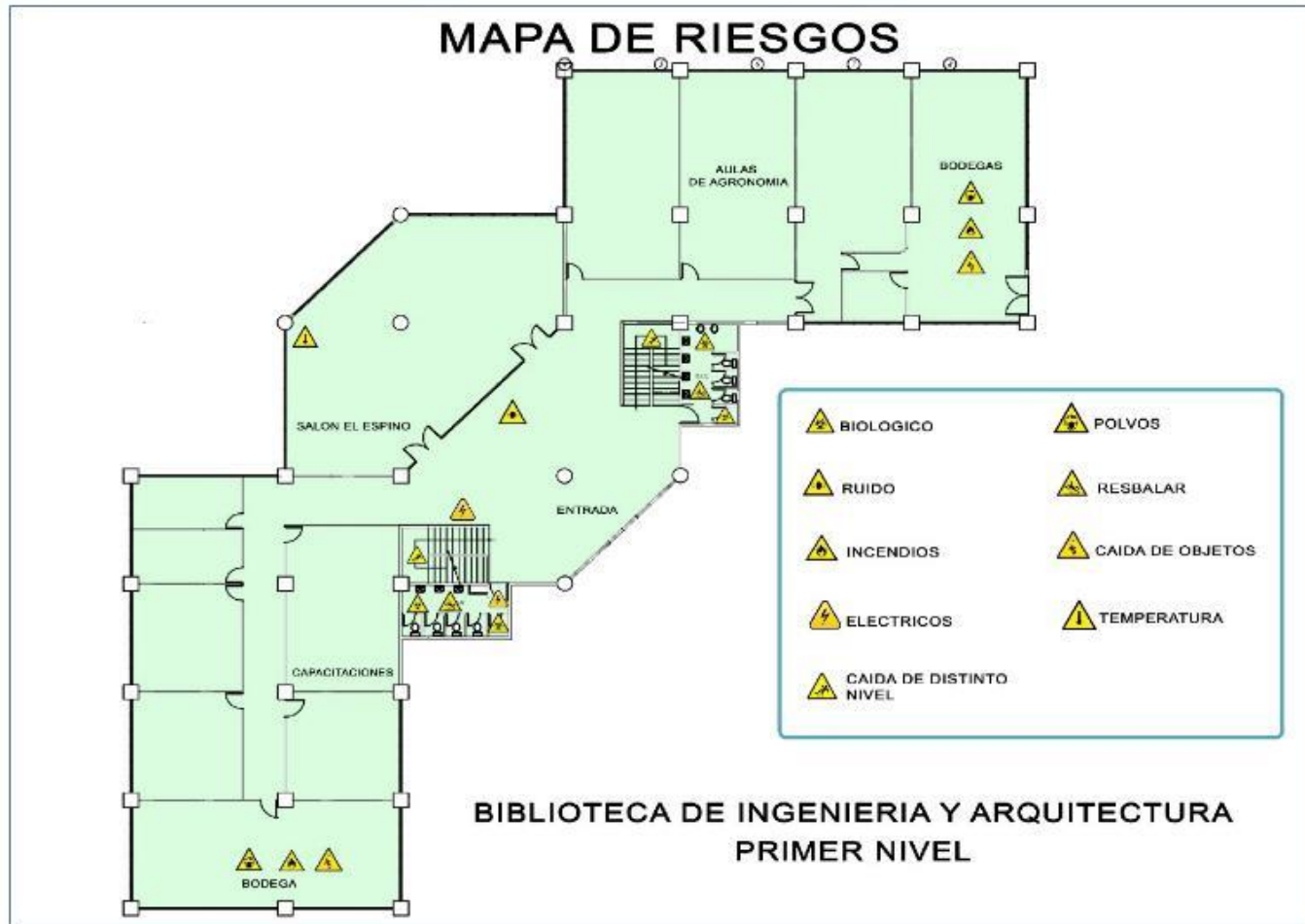


Figura H-1. Mapa de riesgo de la biblioteca-FIA, primera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

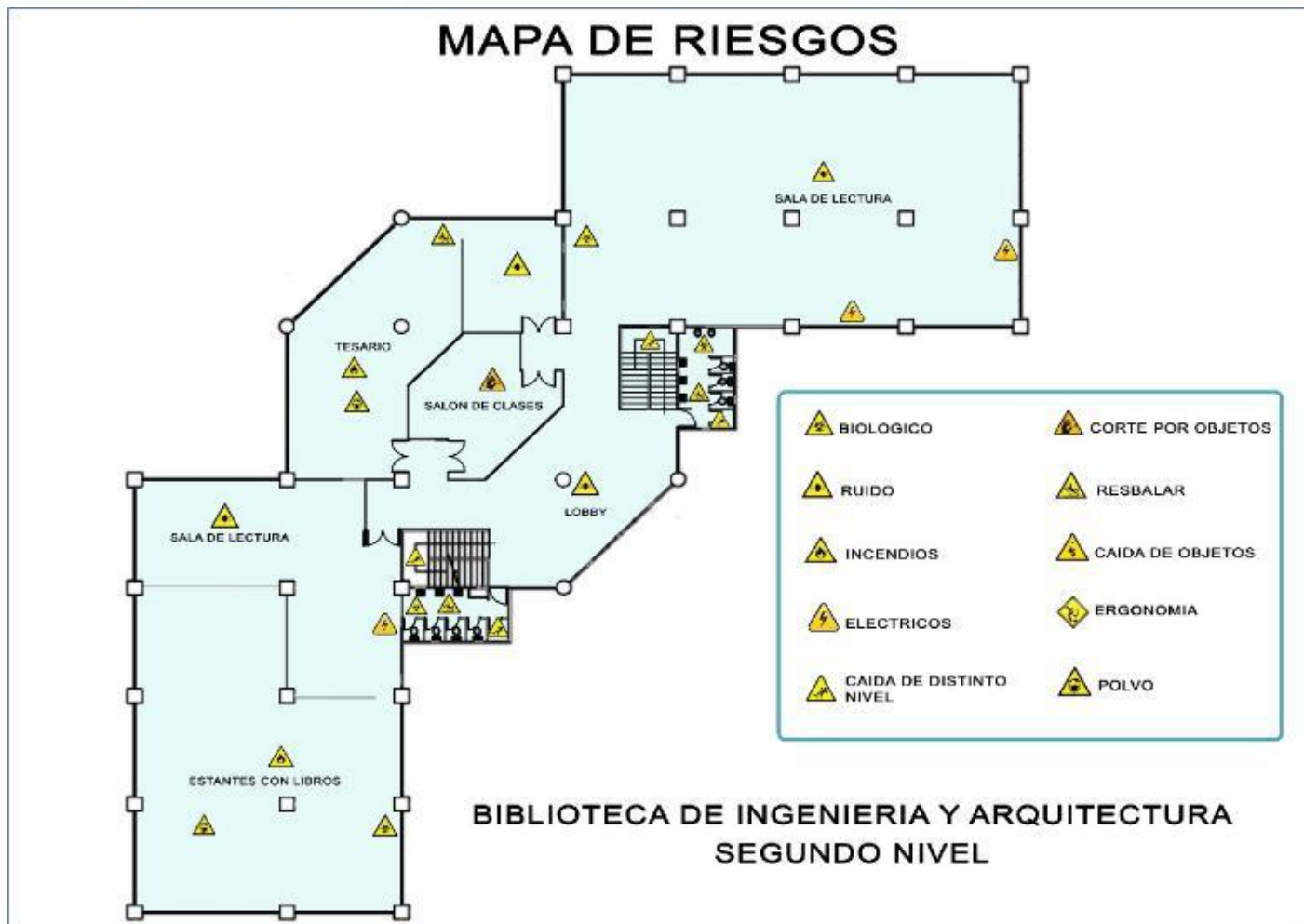


Figura H-2. Mapa de riesgo de la biblioteca-FIA, segundo nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

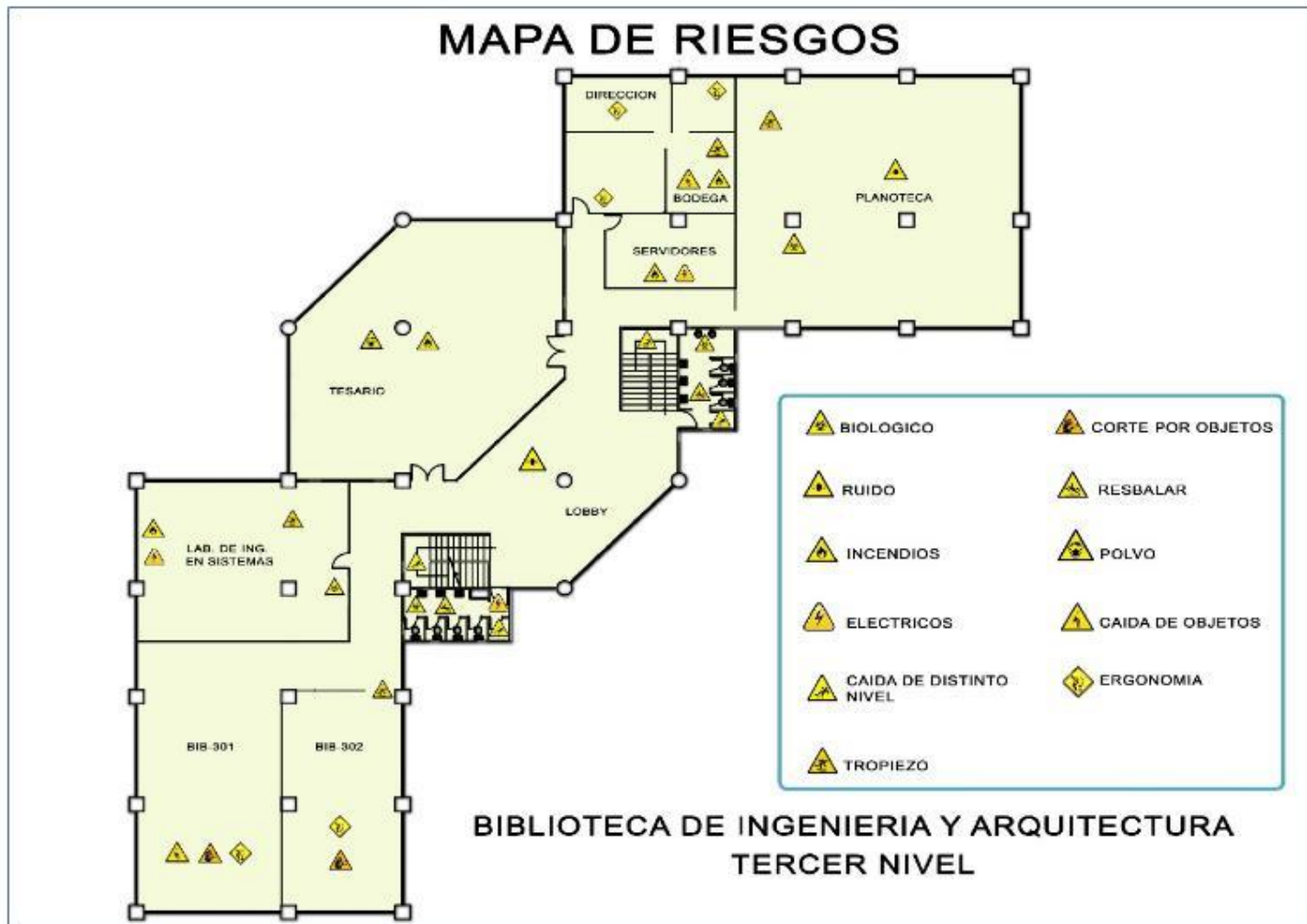


Figura H-3. Mapa de riesgo de la biblioteca-FIA, tercer nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO I. Mapas de Riesgos de la Escuela Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

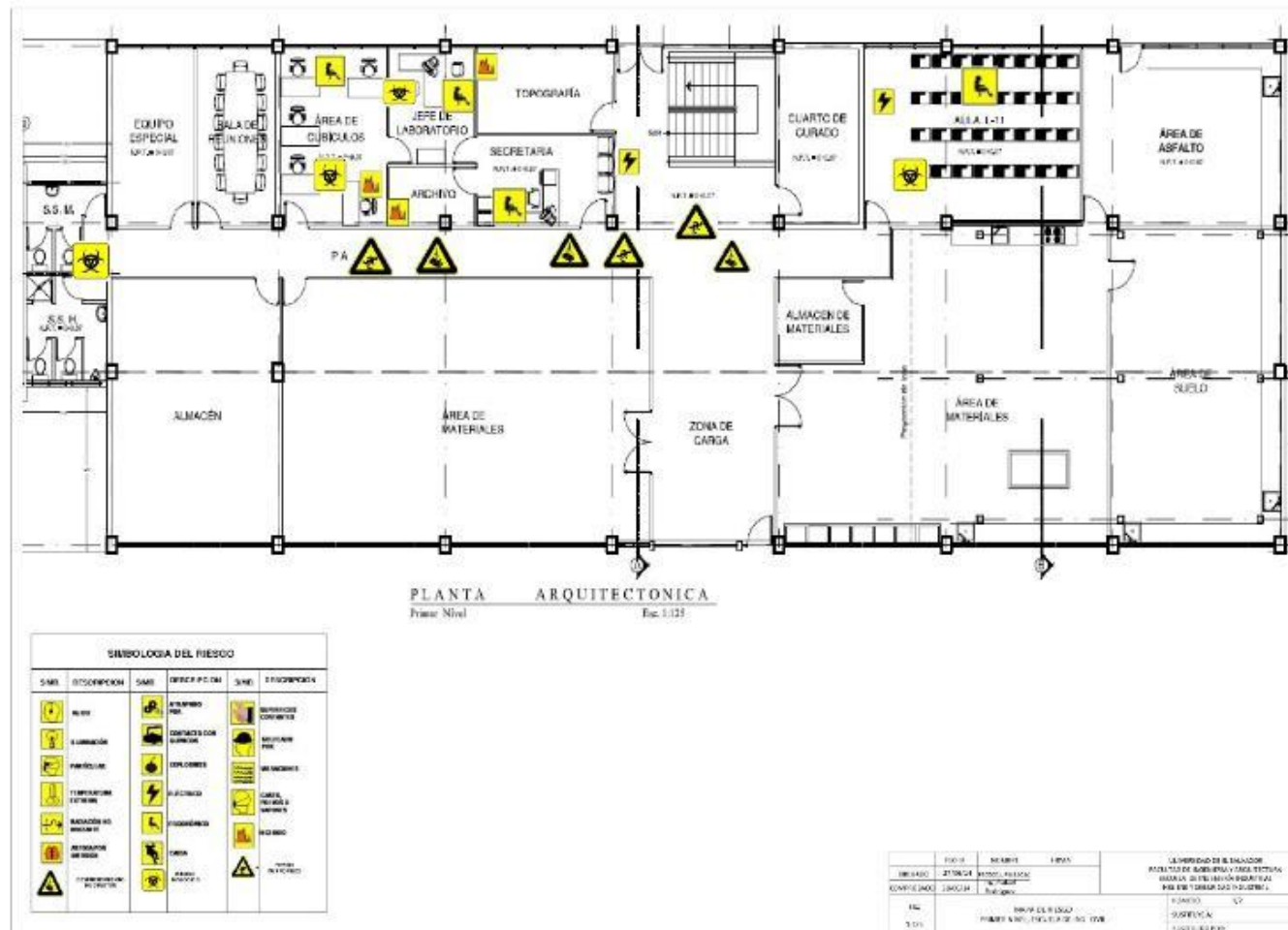


Figura I-1. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Civil, primera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

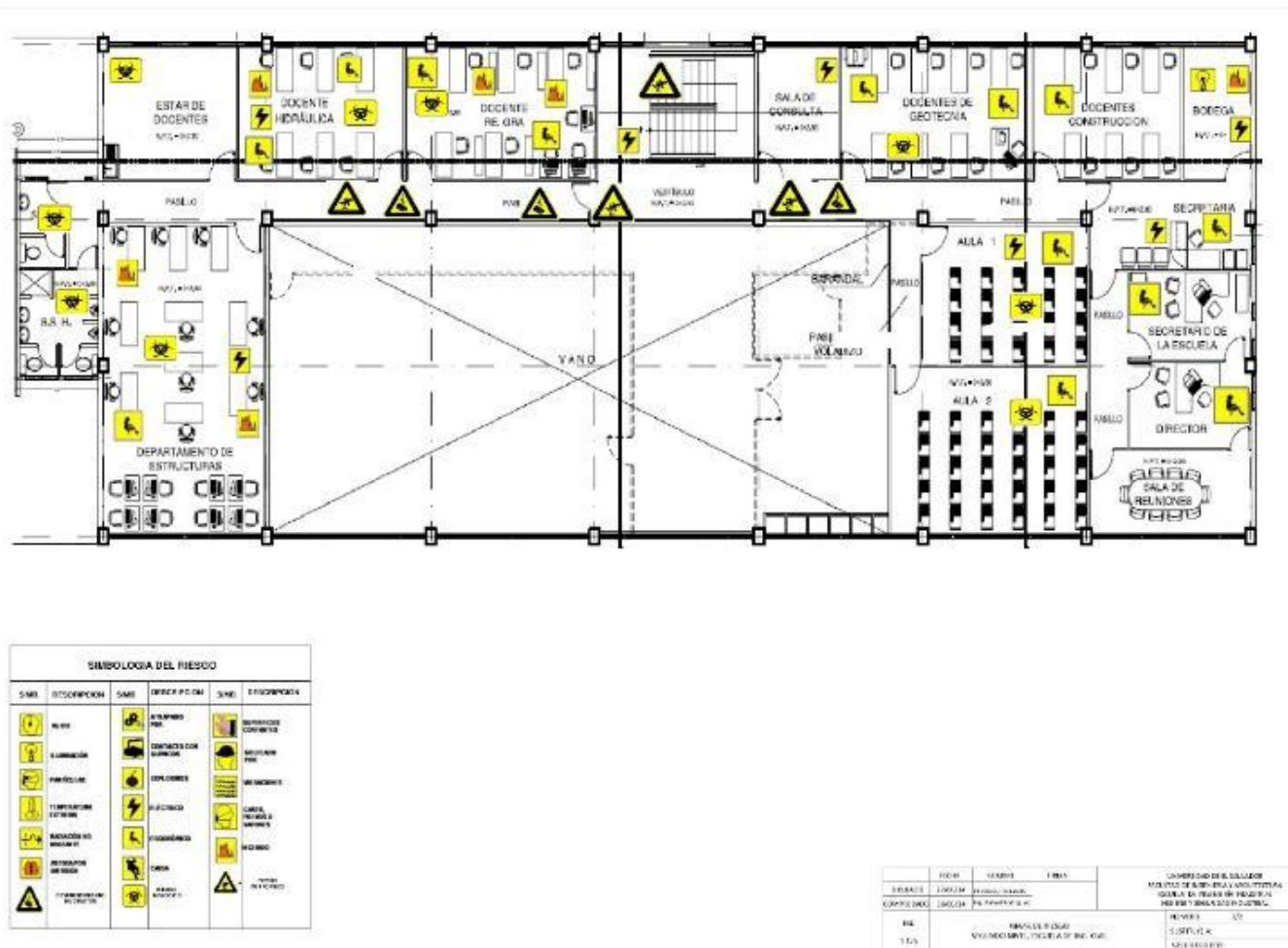


Figura I-2. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Civil, segunda planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO J. Mapas de Riesgos del Edificio B de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

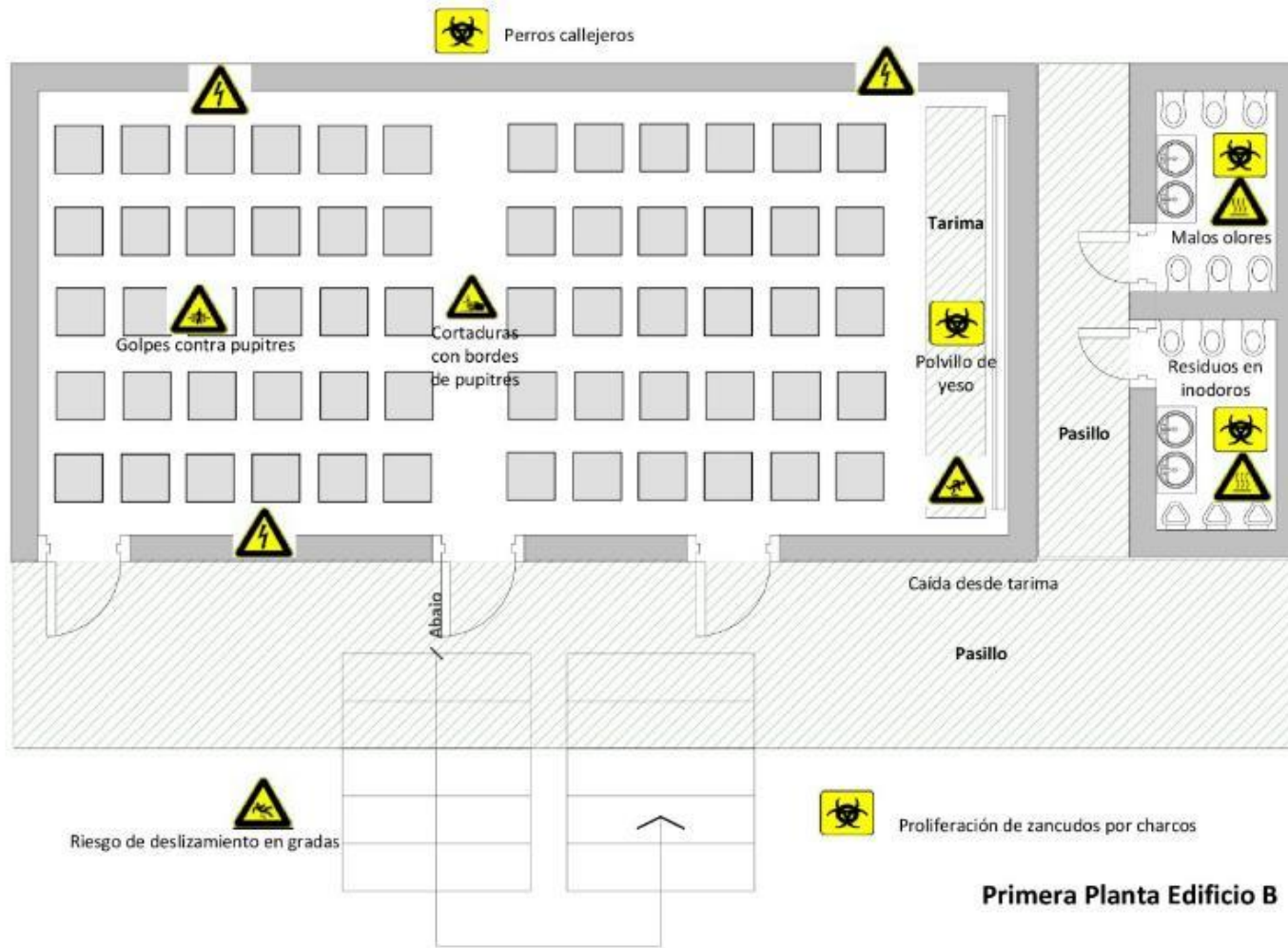


Figura J-1. Mapa de riesgo del Edificio B primera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

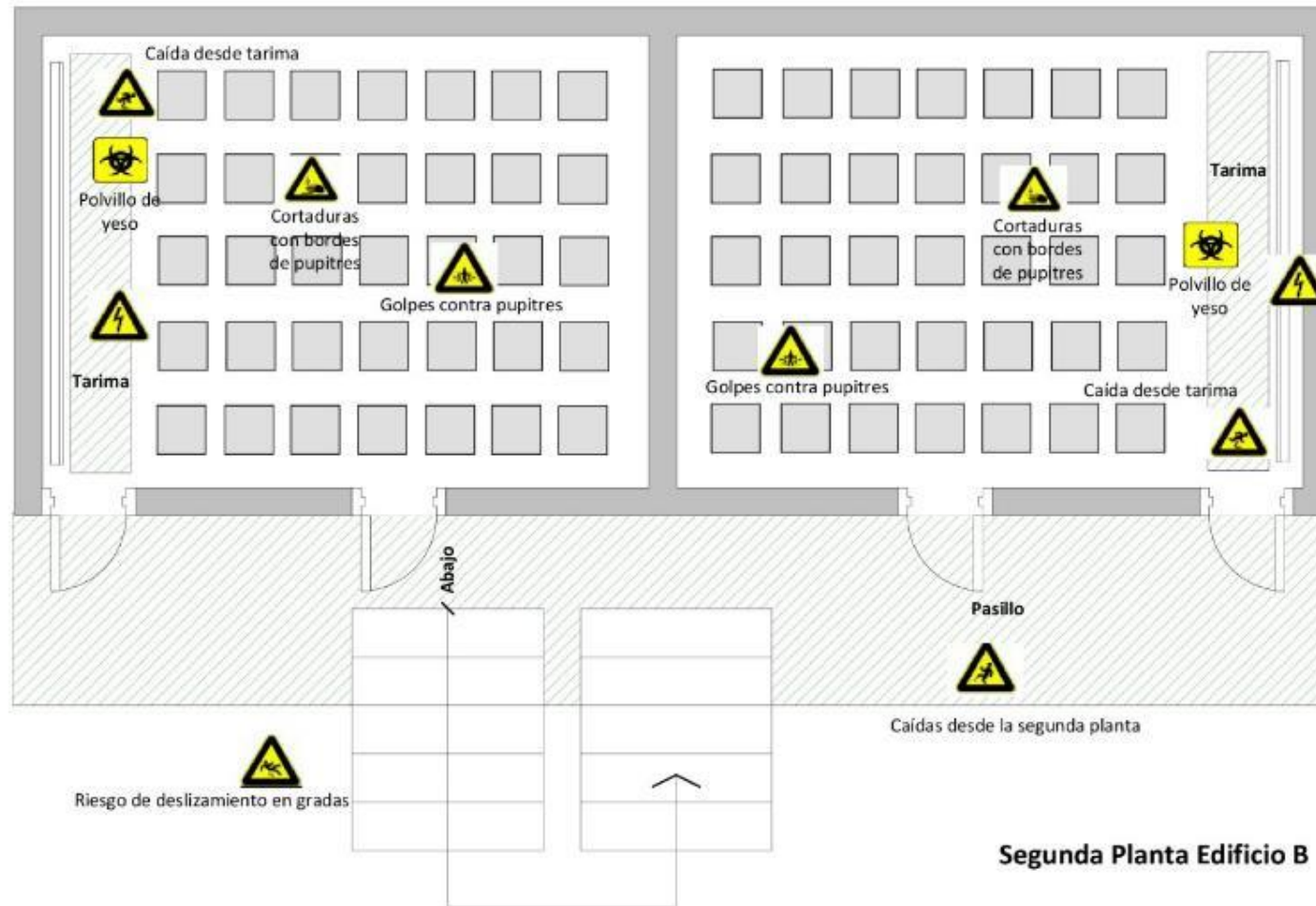


Figura J-2. Mapa de riesgo del Edificio B segunda planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

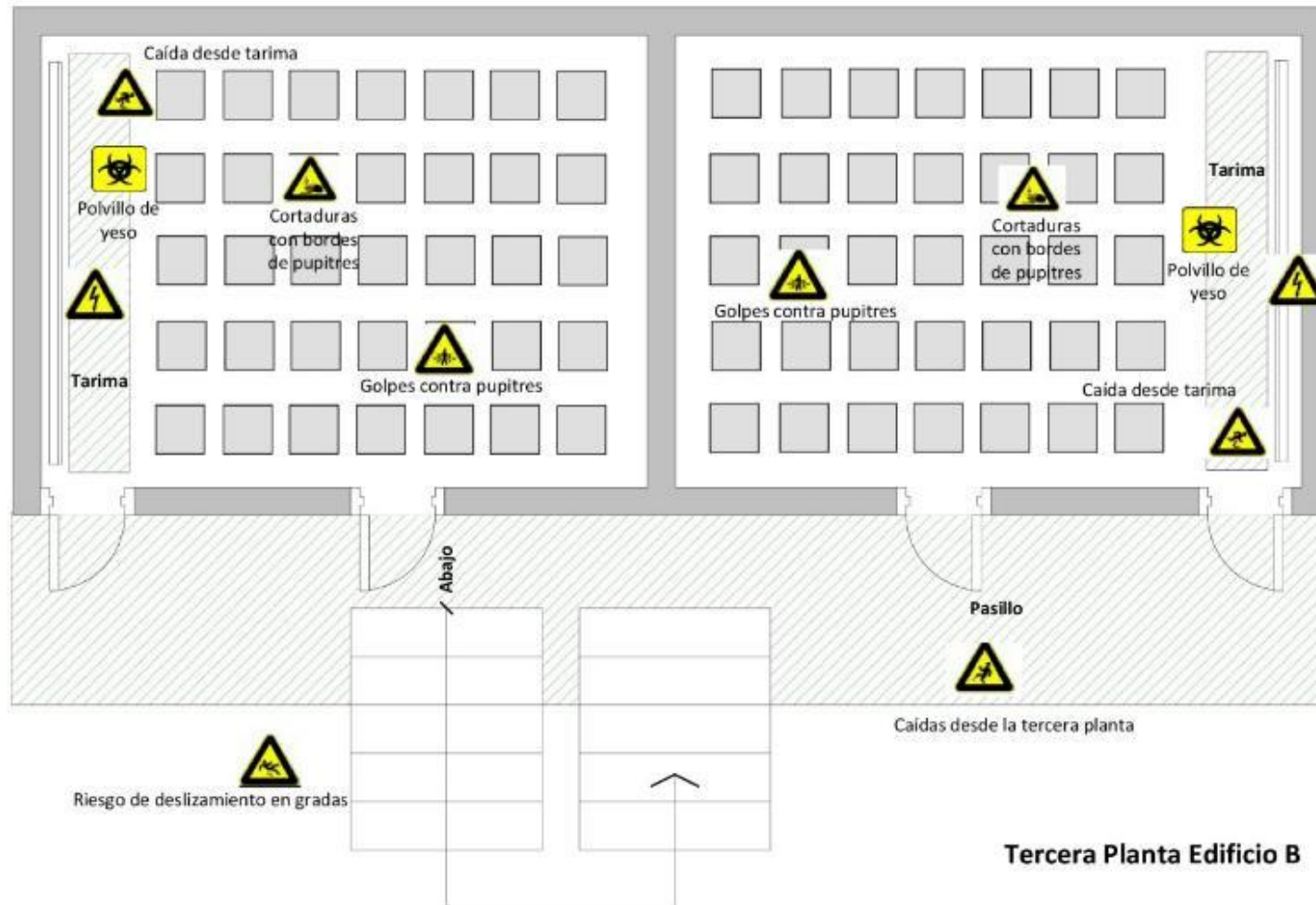


Figura J-3. Mapa de riesgo del Edificio B tercera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

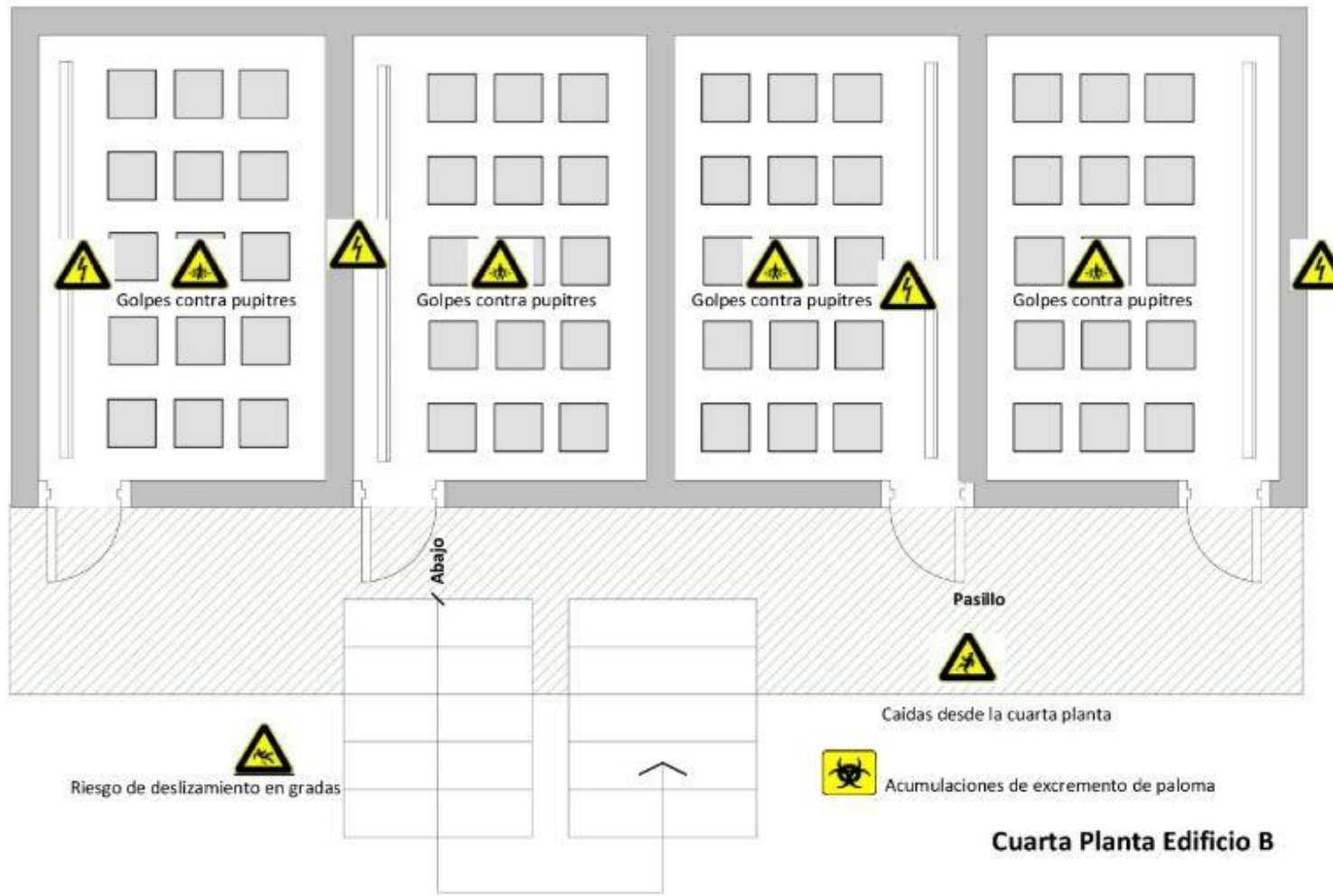


Figura J-4. Mapa de riesgo del Edificio B cuarta planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO K. Mapas de Riesgos del Edificio C de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

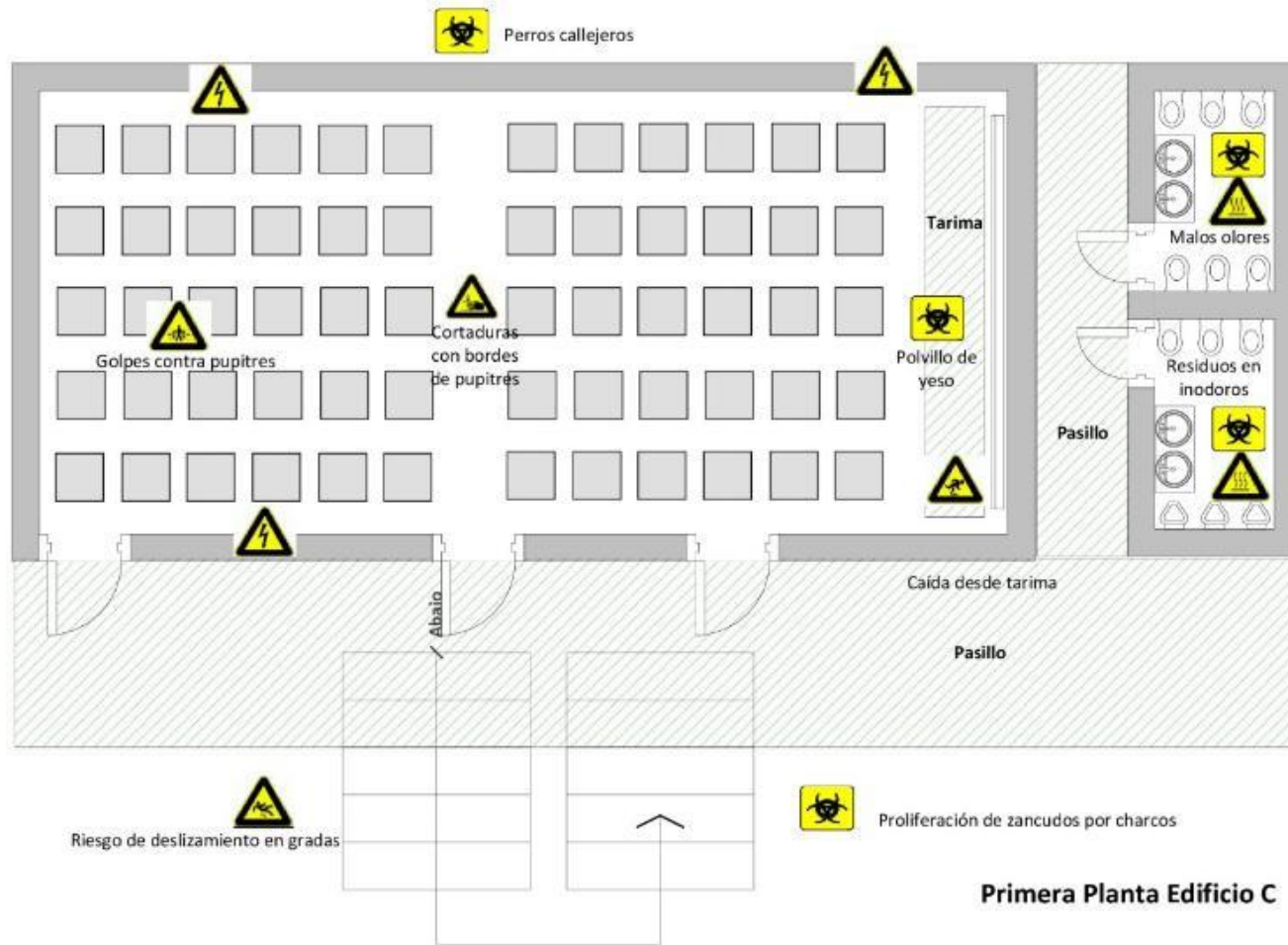


Figura K-1. Mapa de riesgo del Edificio C primera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

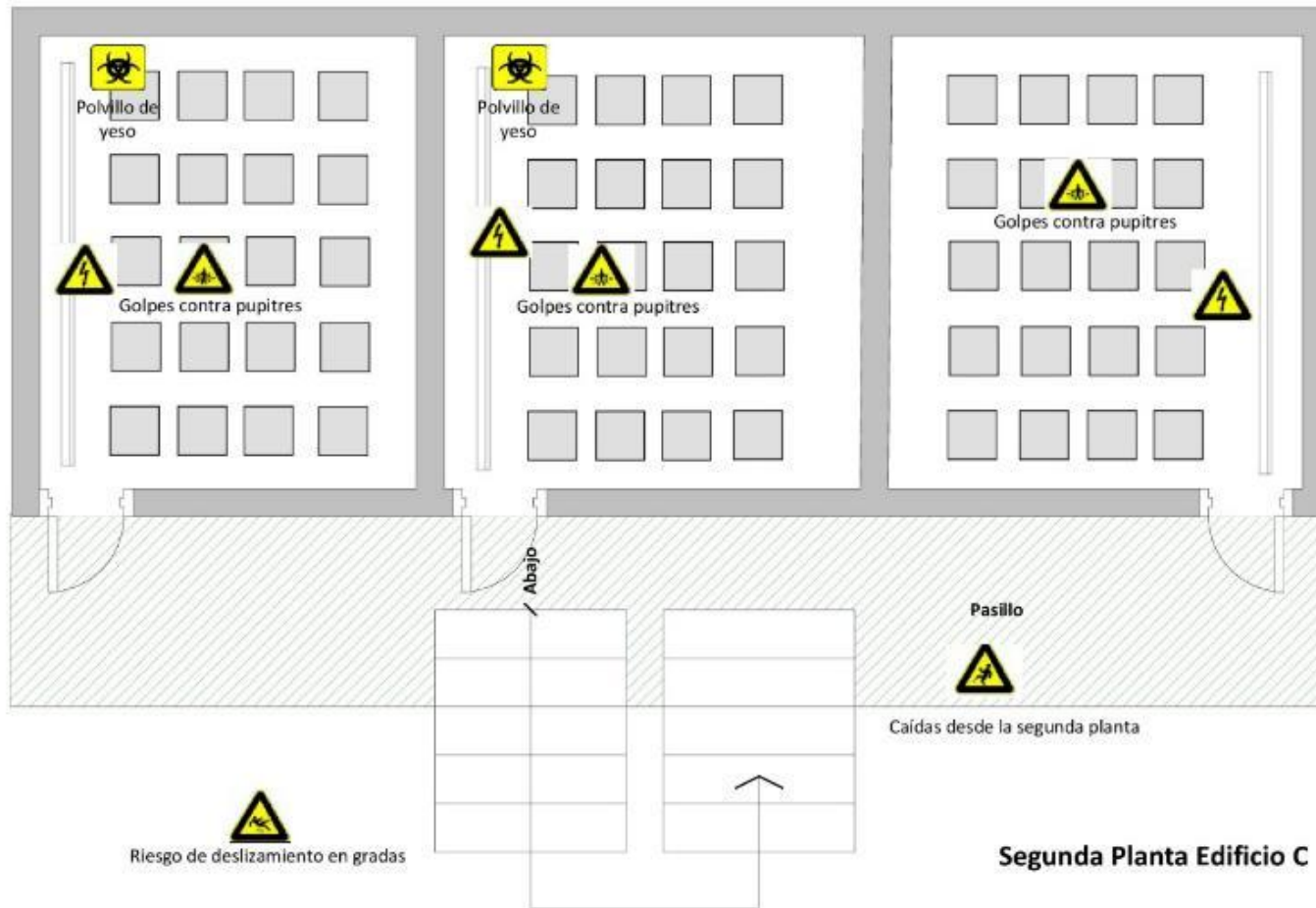


Figura K-2. Mapa de riesgo del Edificio C segunda planta
 Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

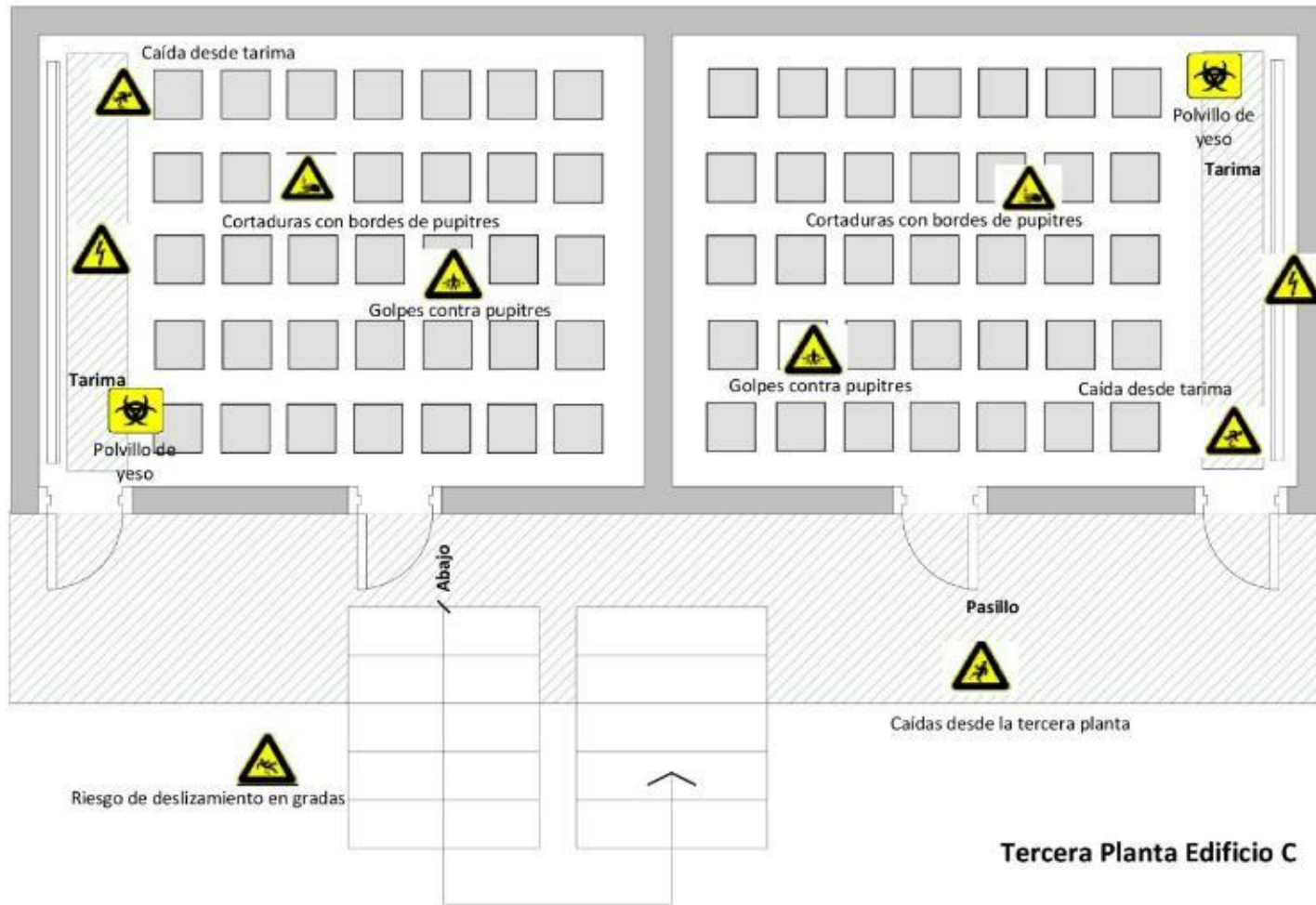


Figura K-3. Mapa de riesgo del Edificio C tercera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

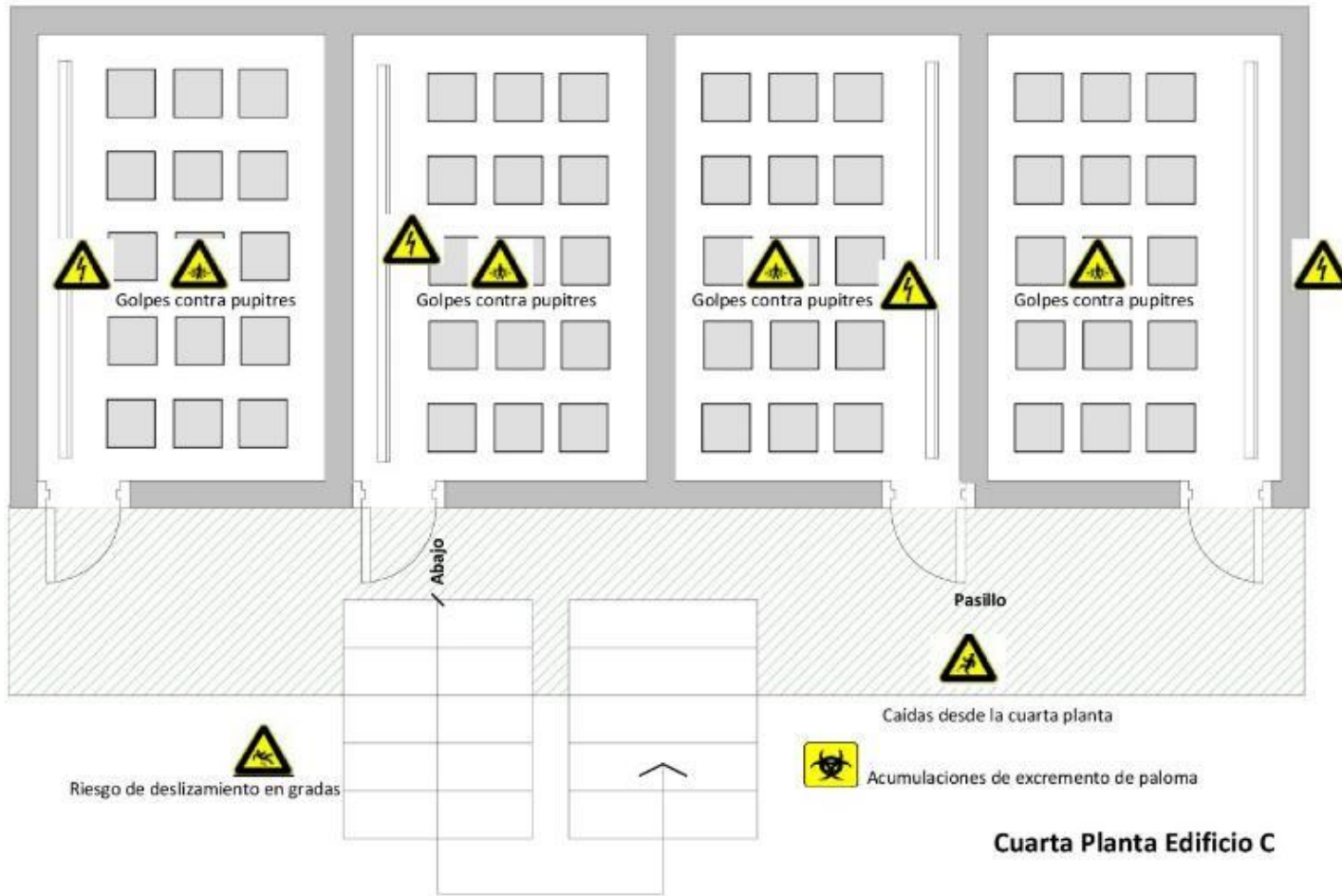


Figura K-4. Mapa de riesgo del Edificio C cuarta planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO L. Mapas de Riesgos del Edificio D de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

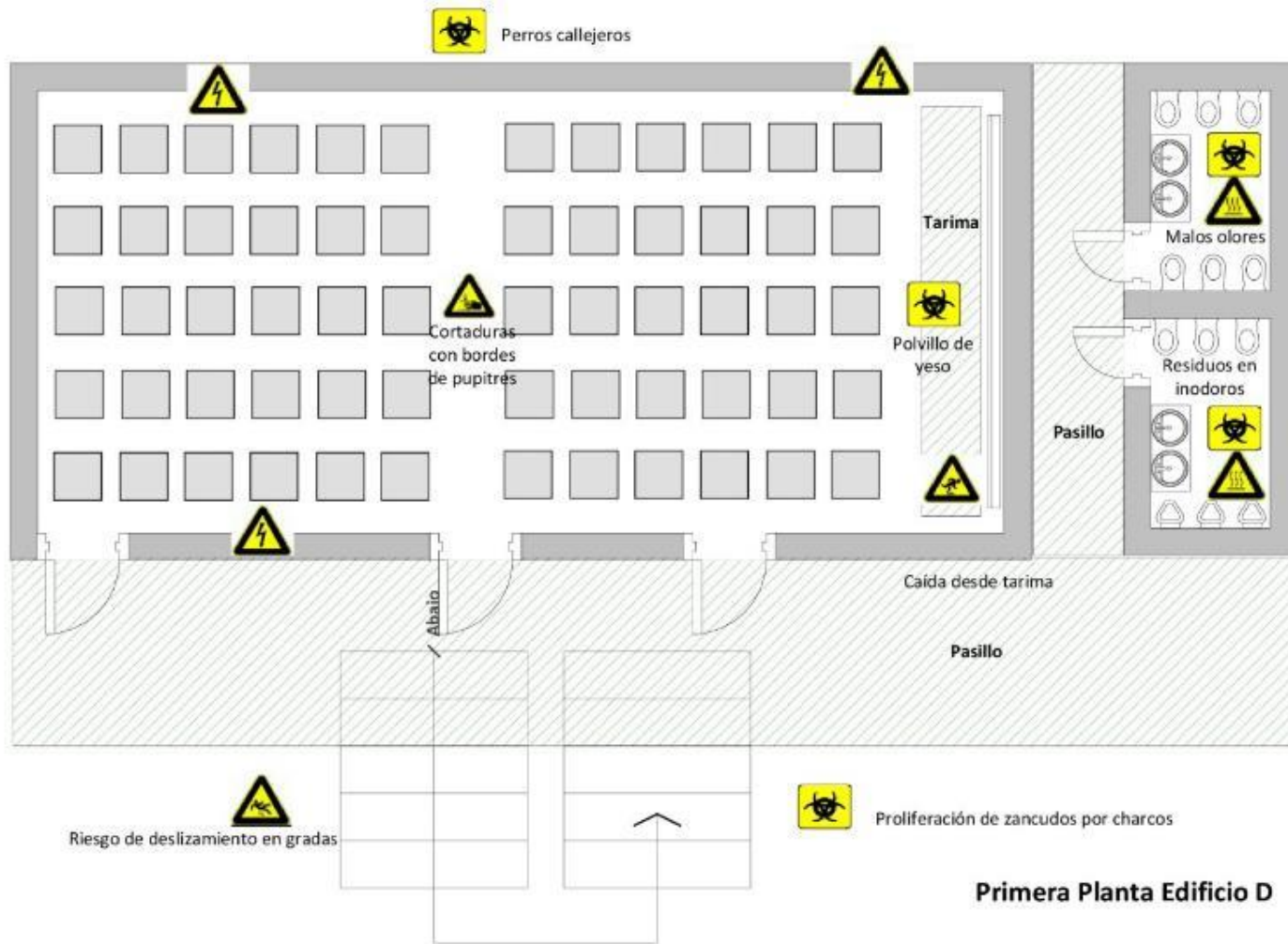


Figura L-1. Mapa de riesgo del Edificio D primera planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

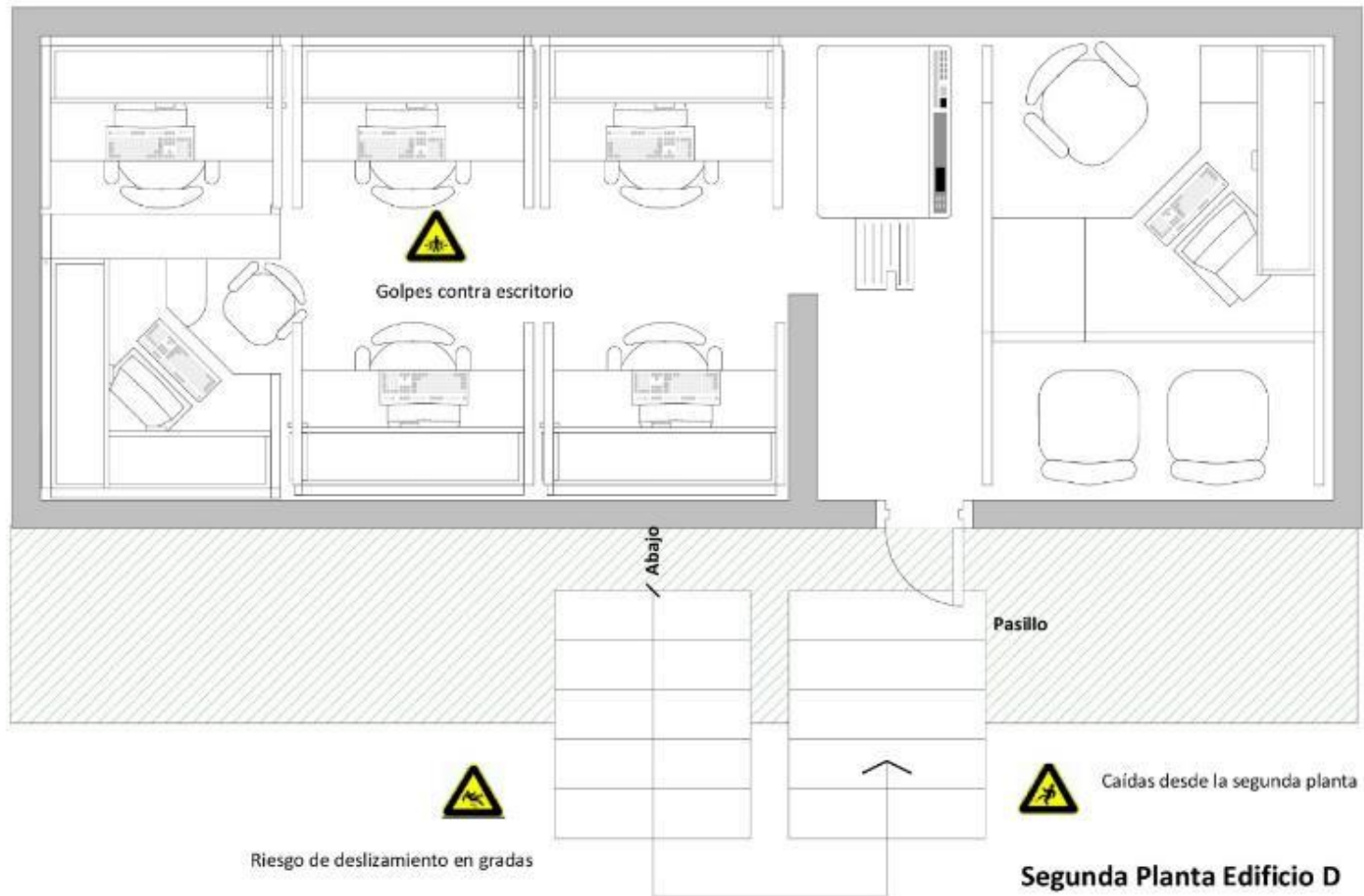


Figura L-2. Mapa de riesgo del Edificio D segunda planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

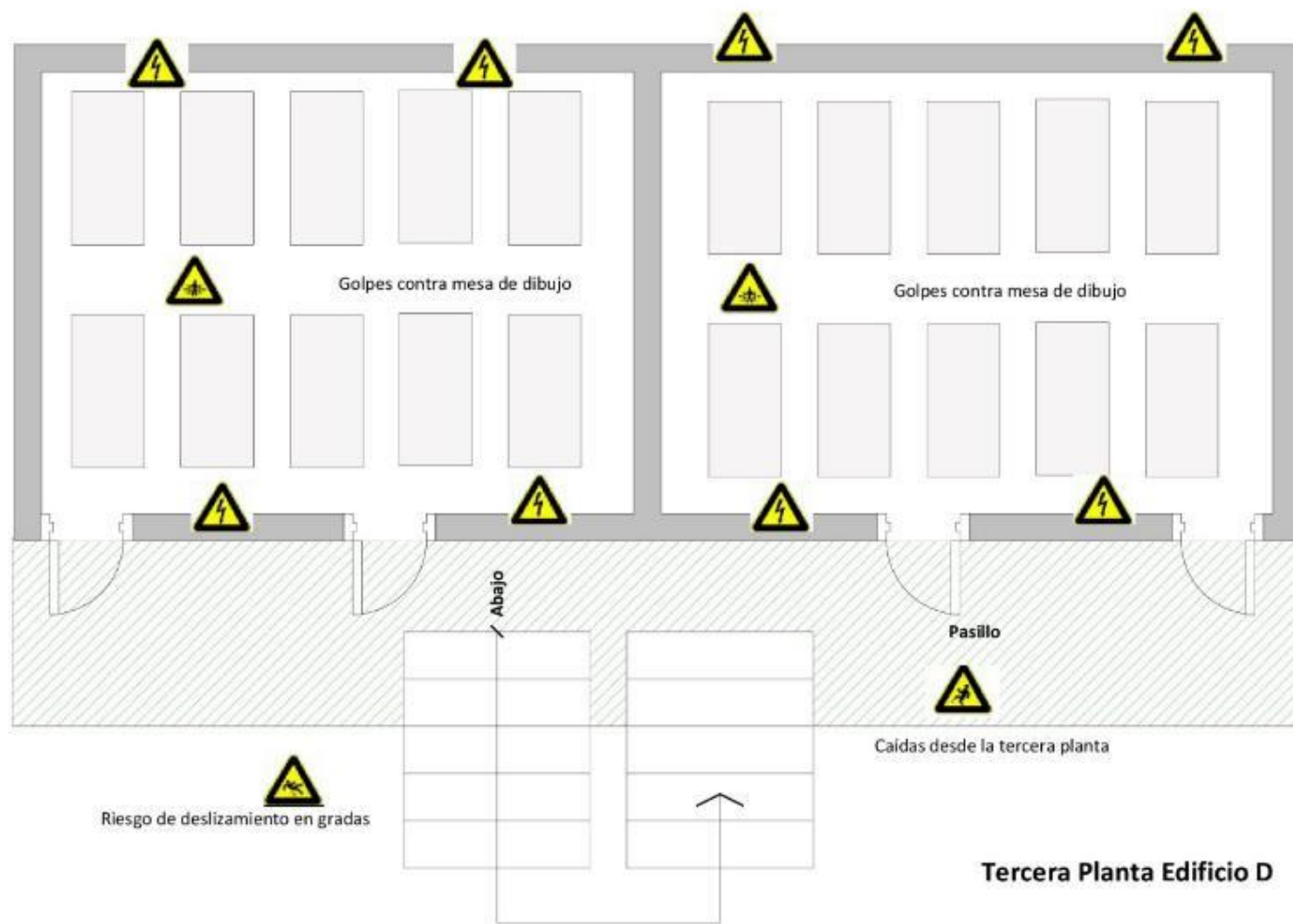


Figura L-3. Mapa de riesgo del Edificio D tercera planta
 Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

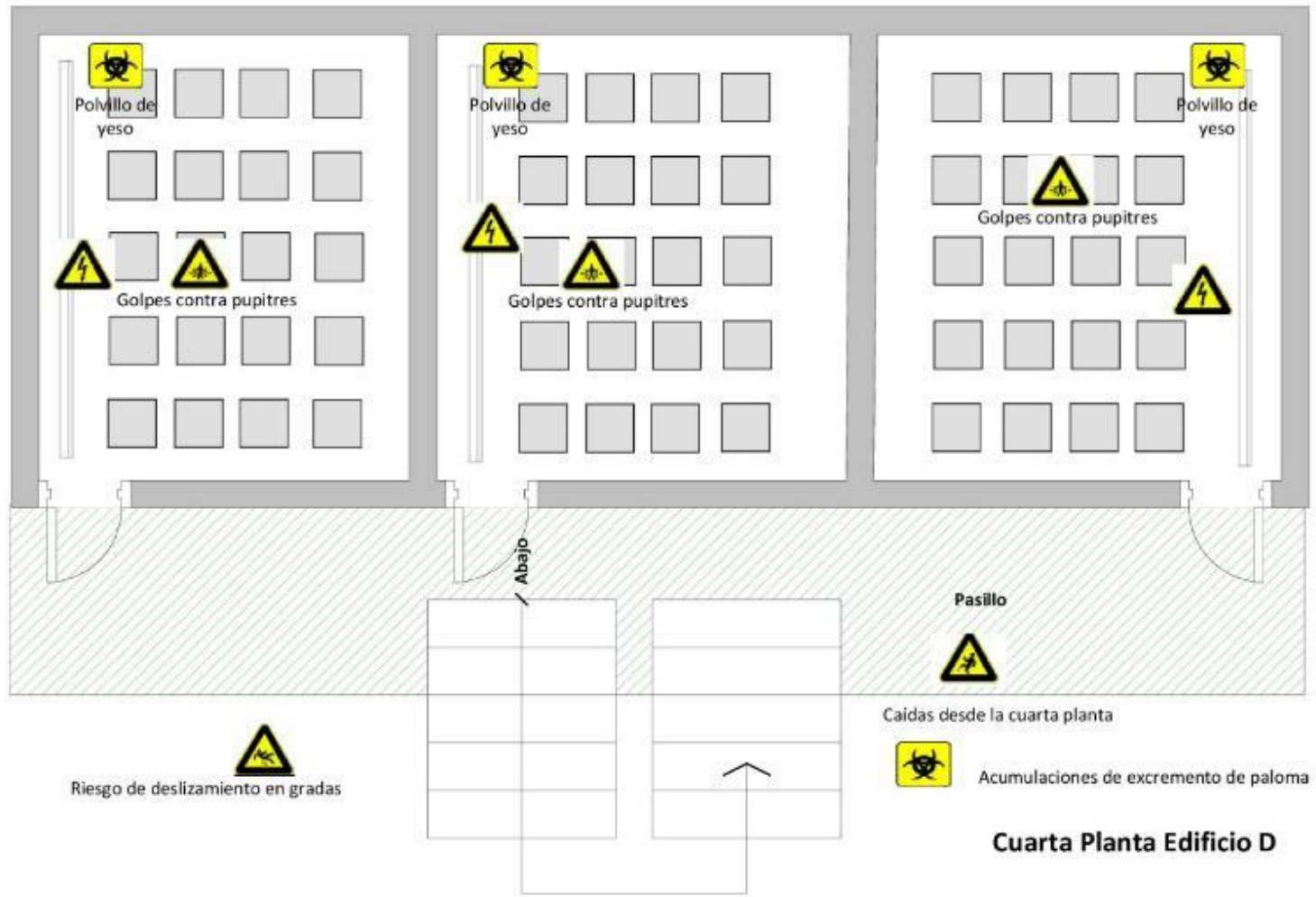


Figura L-4. Mapa de riesgo del Edificio D cuarta planta
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO M. Mapas de Riesgos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

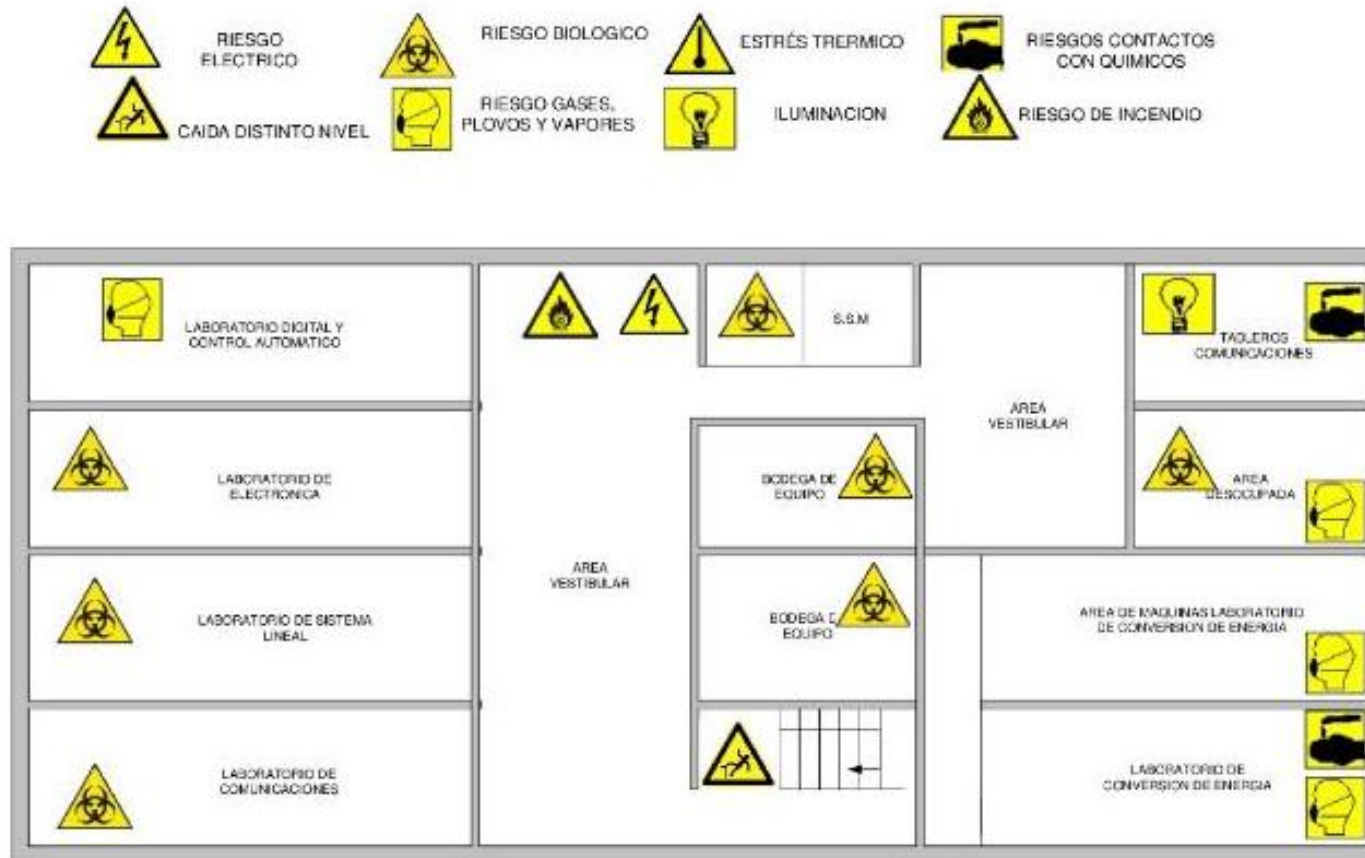


Figura M-1. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Eléctrica primer nivel
 Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

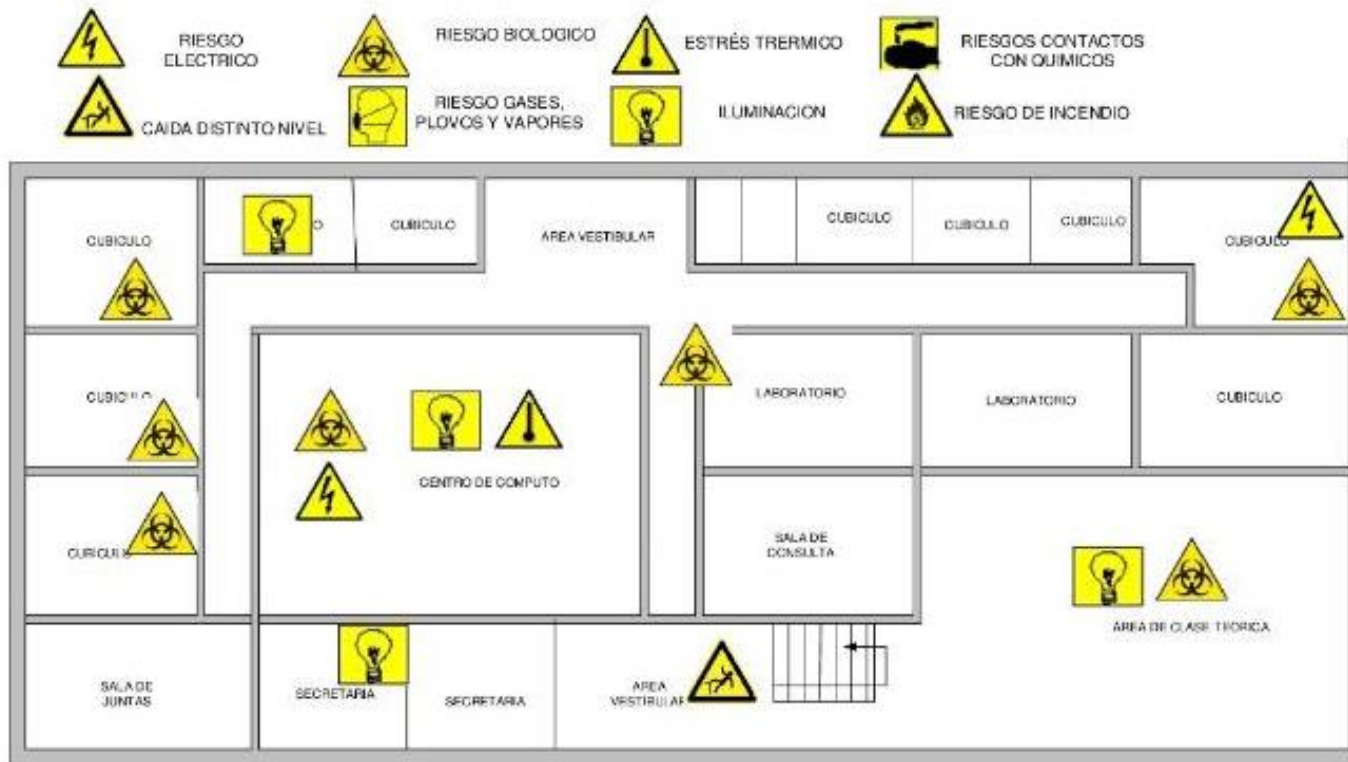


Figura M-2. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Eléctrica segundo nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

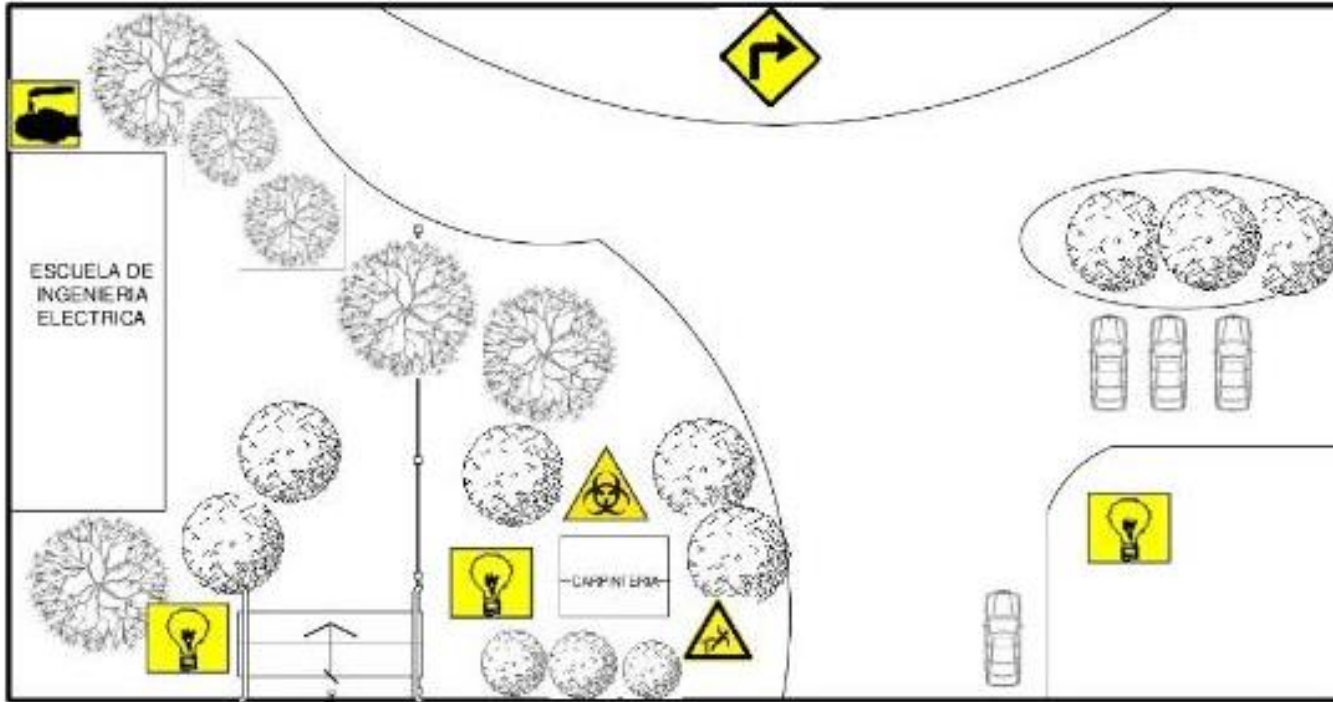


Figura M-3. Mapa de riesgo alrededores de Escuela Ingeniería Eléctrica

Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO N. Mapas de Riesgos de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

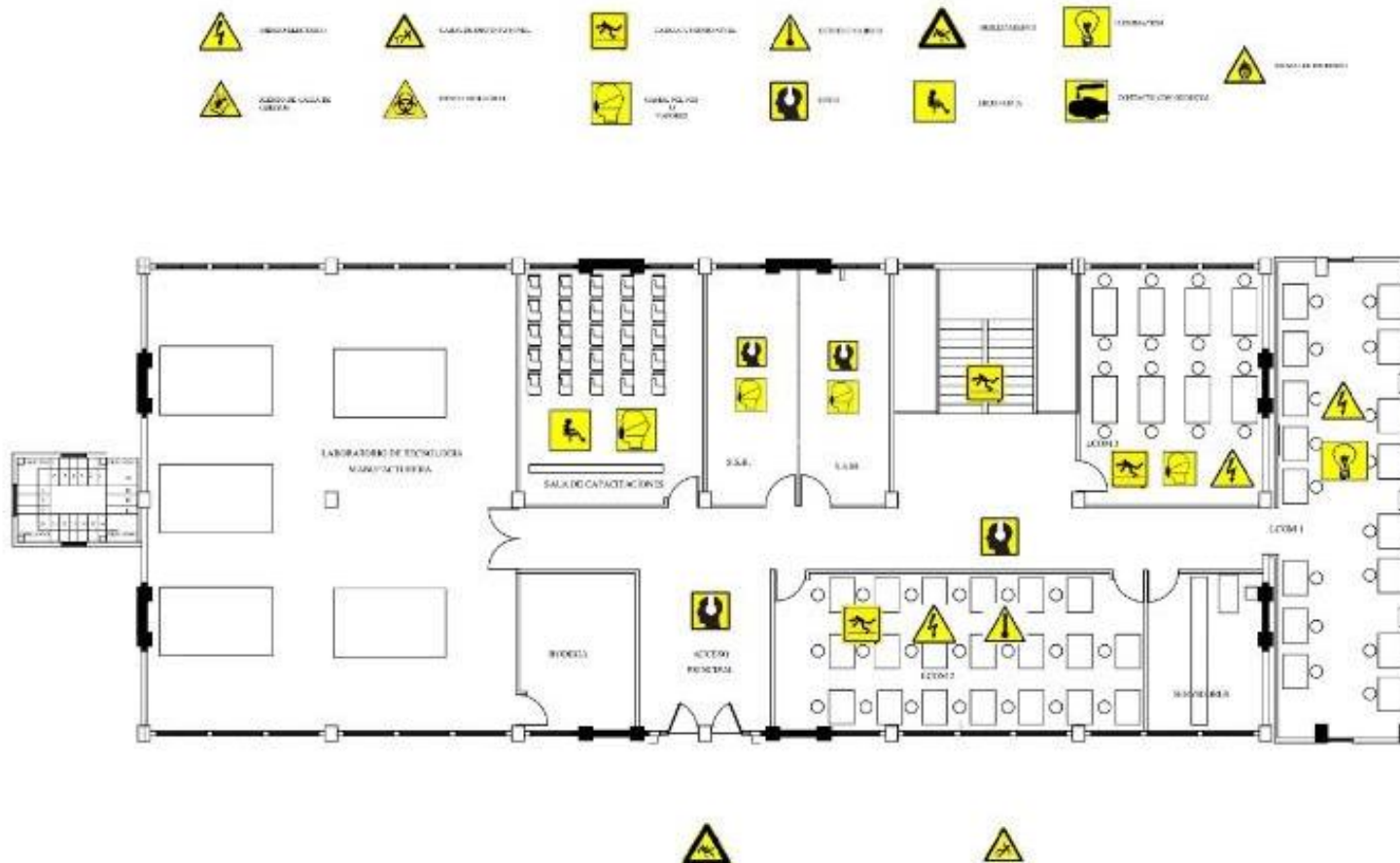


Figura N-1. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Industrial primer nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

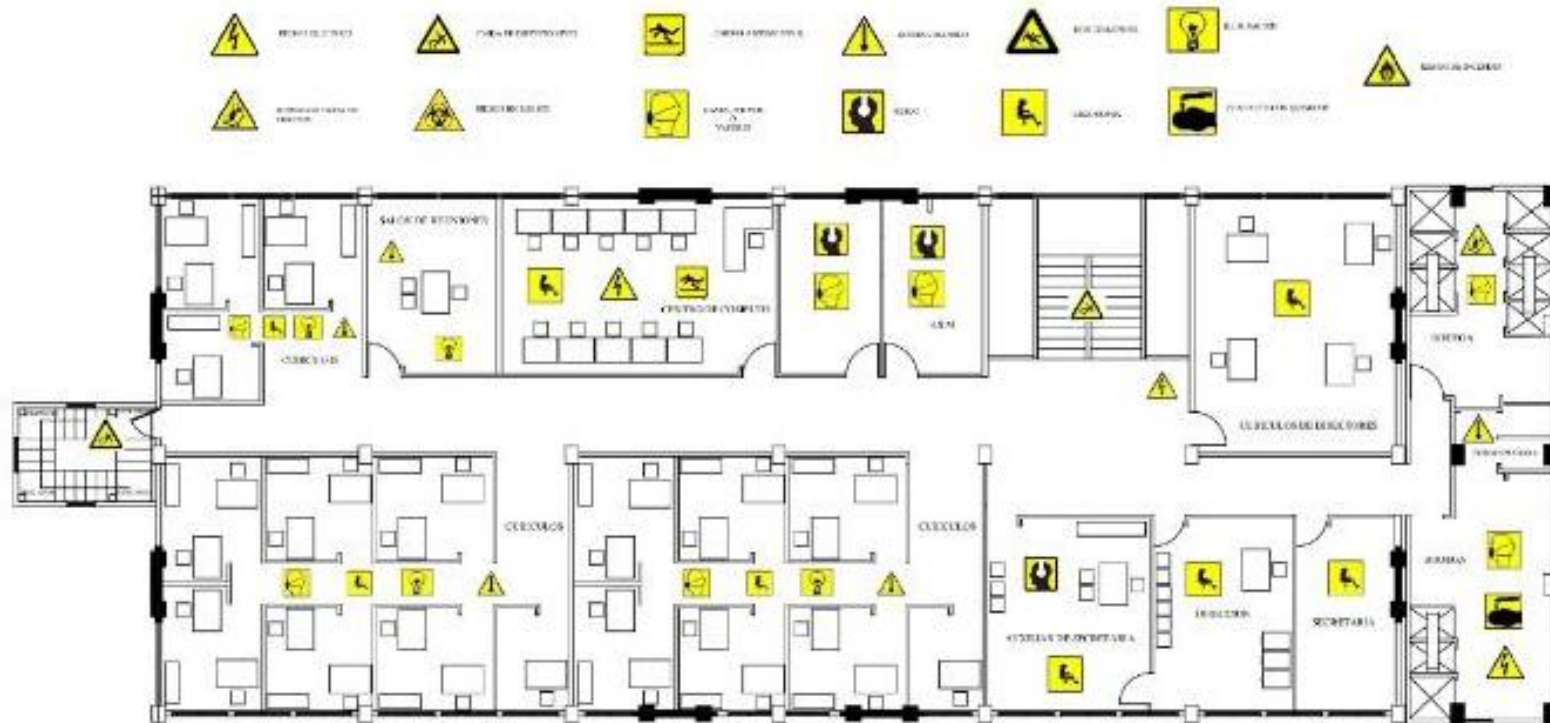


Figura N-2. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Industrial segundo nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES



Figura N-3. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Industrial tercer nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO O. Mapas de Riesgos de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura- UES

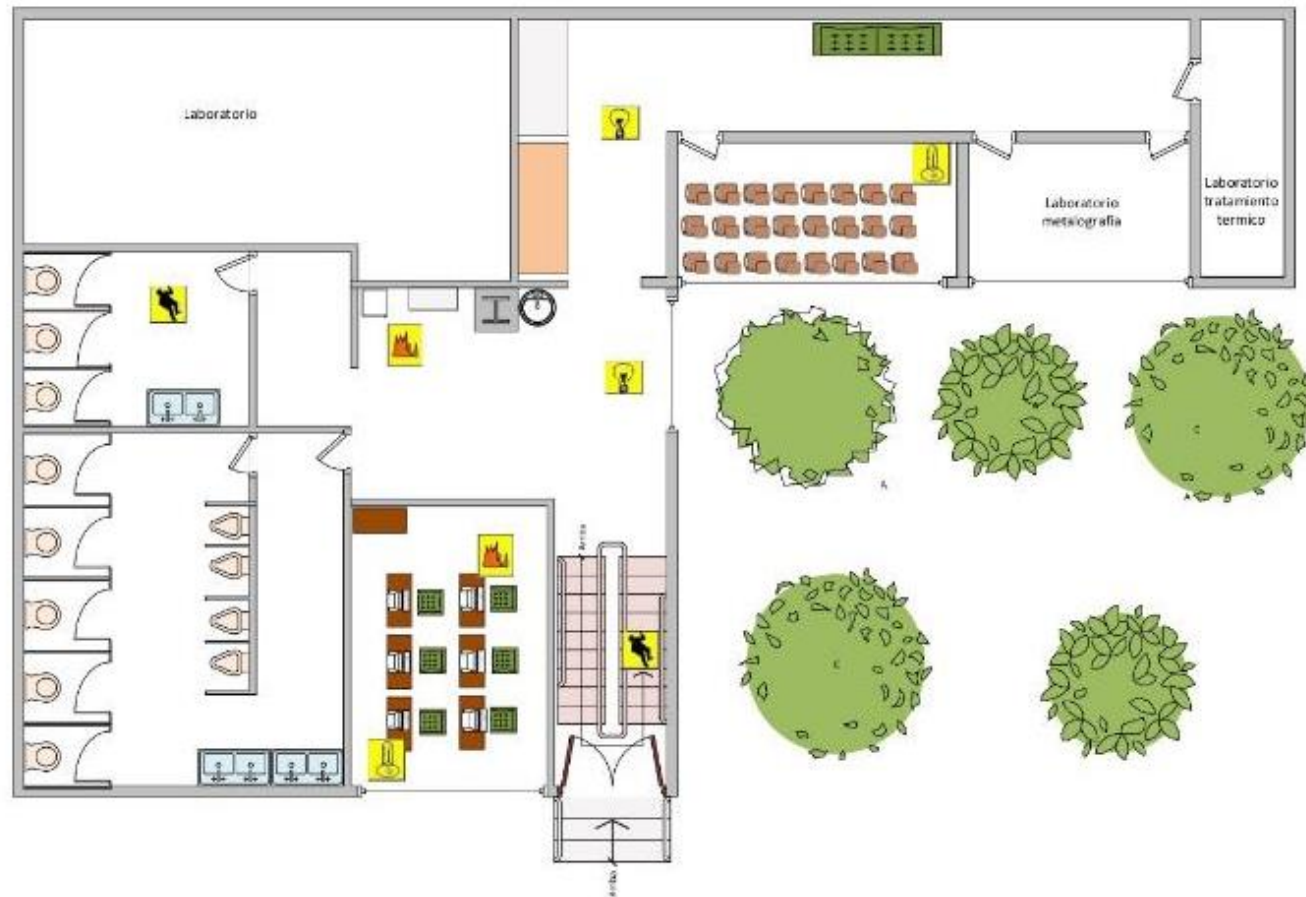


Figura O-1. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Mecánica primer nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

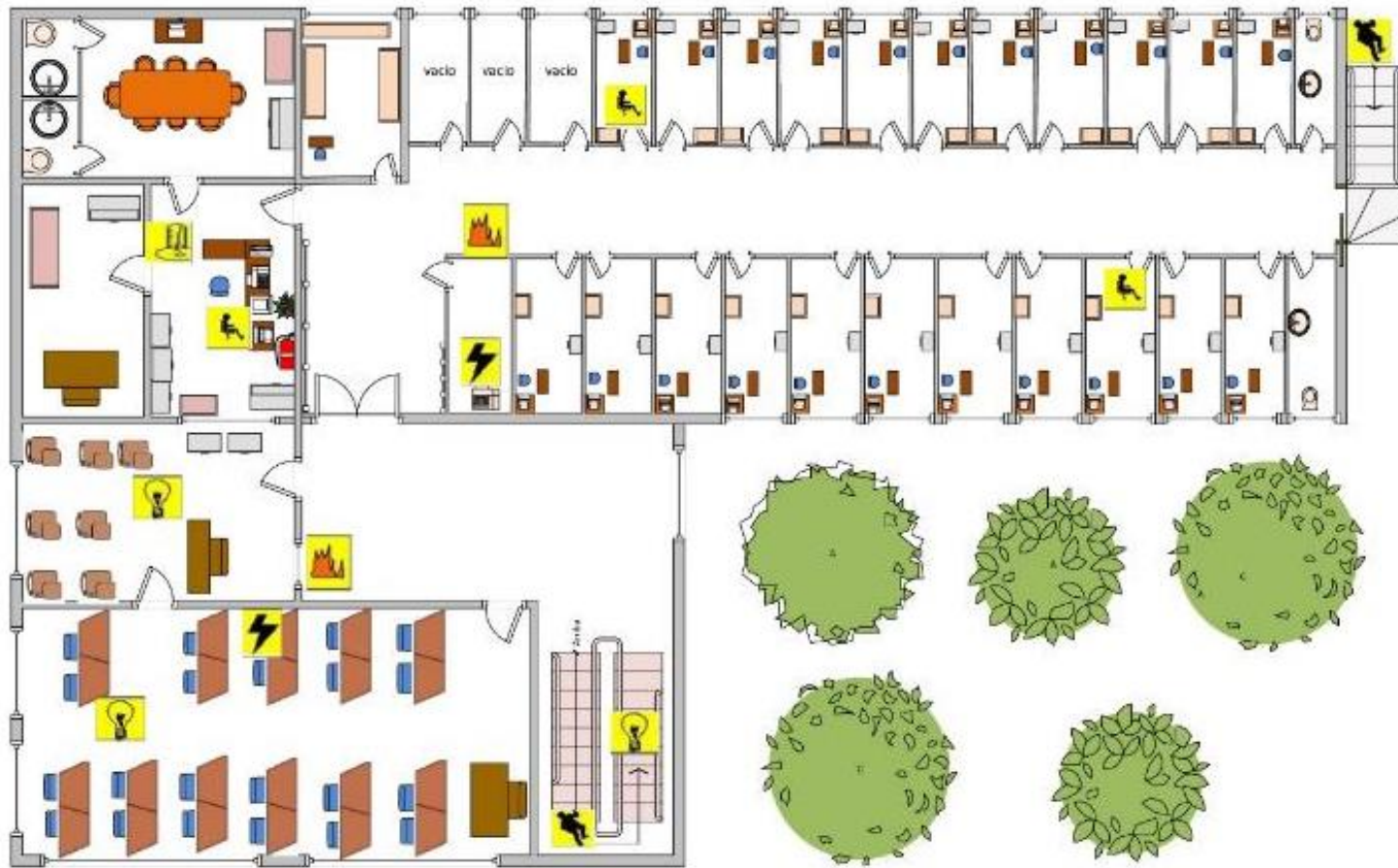


Figura O-2. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Mecánica segundo nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

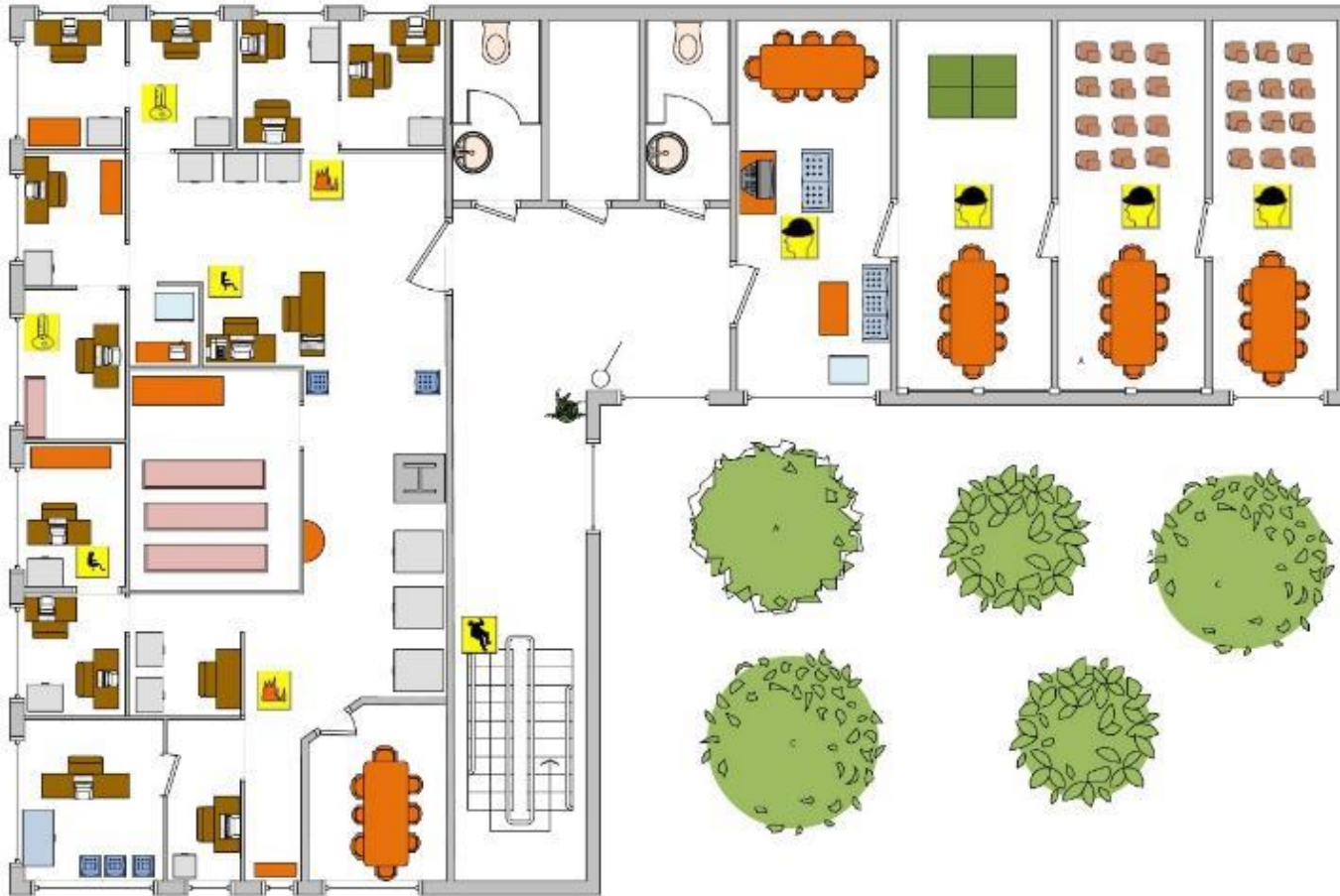


Figura O-3. Mapa de riesgo de Escuela Ingeniería Mecánica tercer nivel
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO P. Mapas de riesgos de Laboratorio de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos y CDIECAP

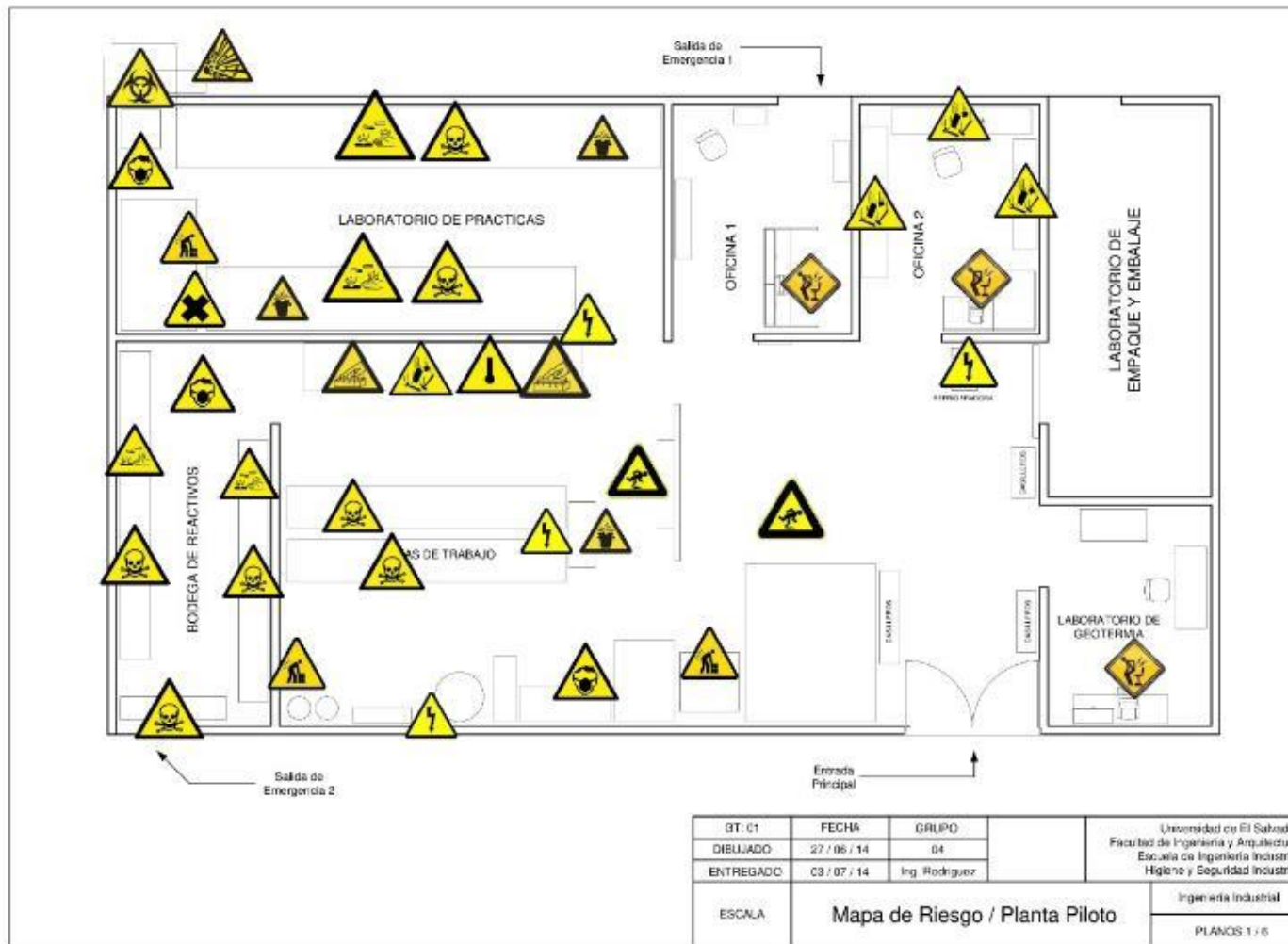


Figura P-1. Mapa de riesgo de Laboratorio de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

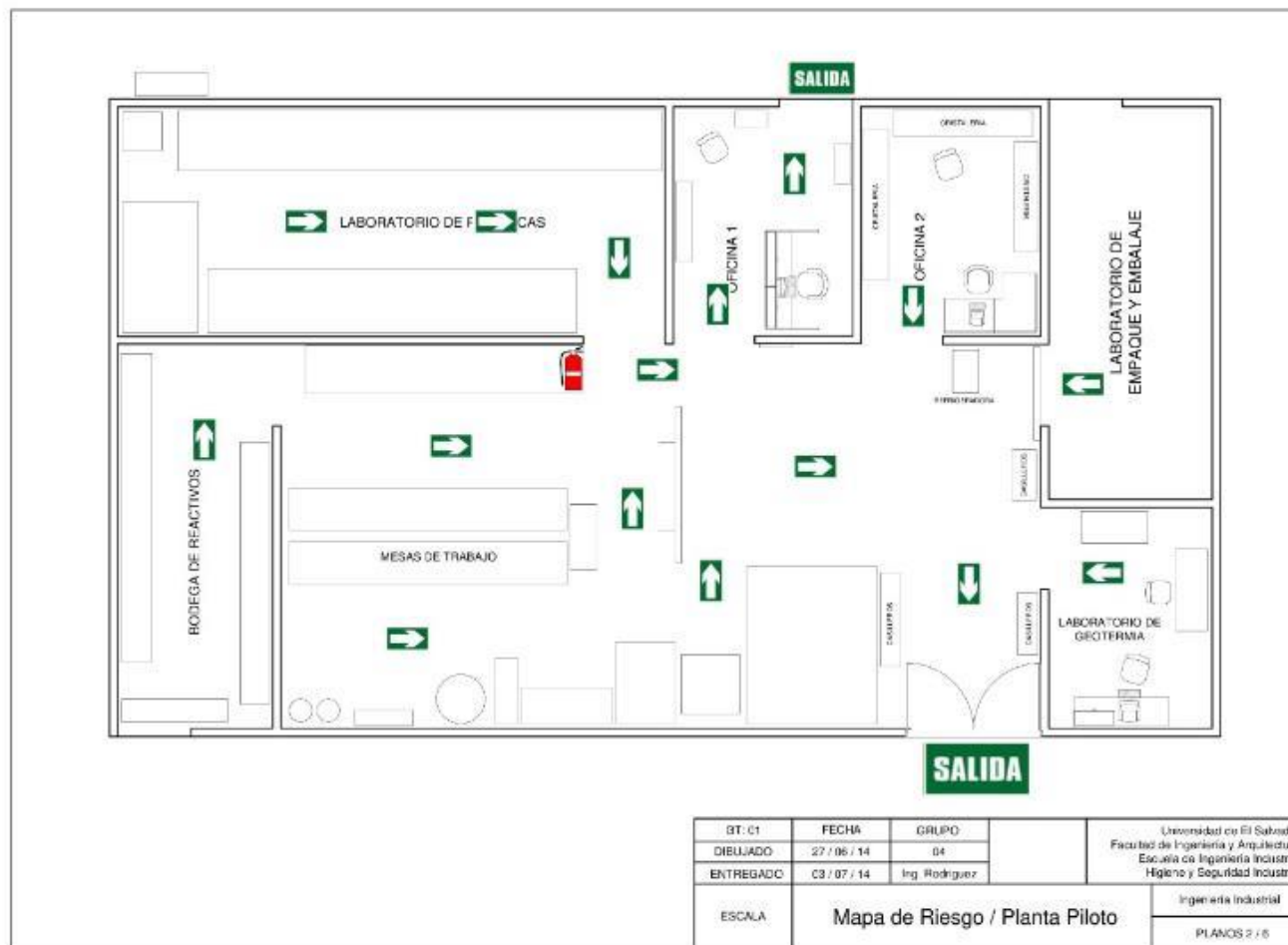


Figura P-2. Señalización ruta de escape de Laboratorio de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos
 Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

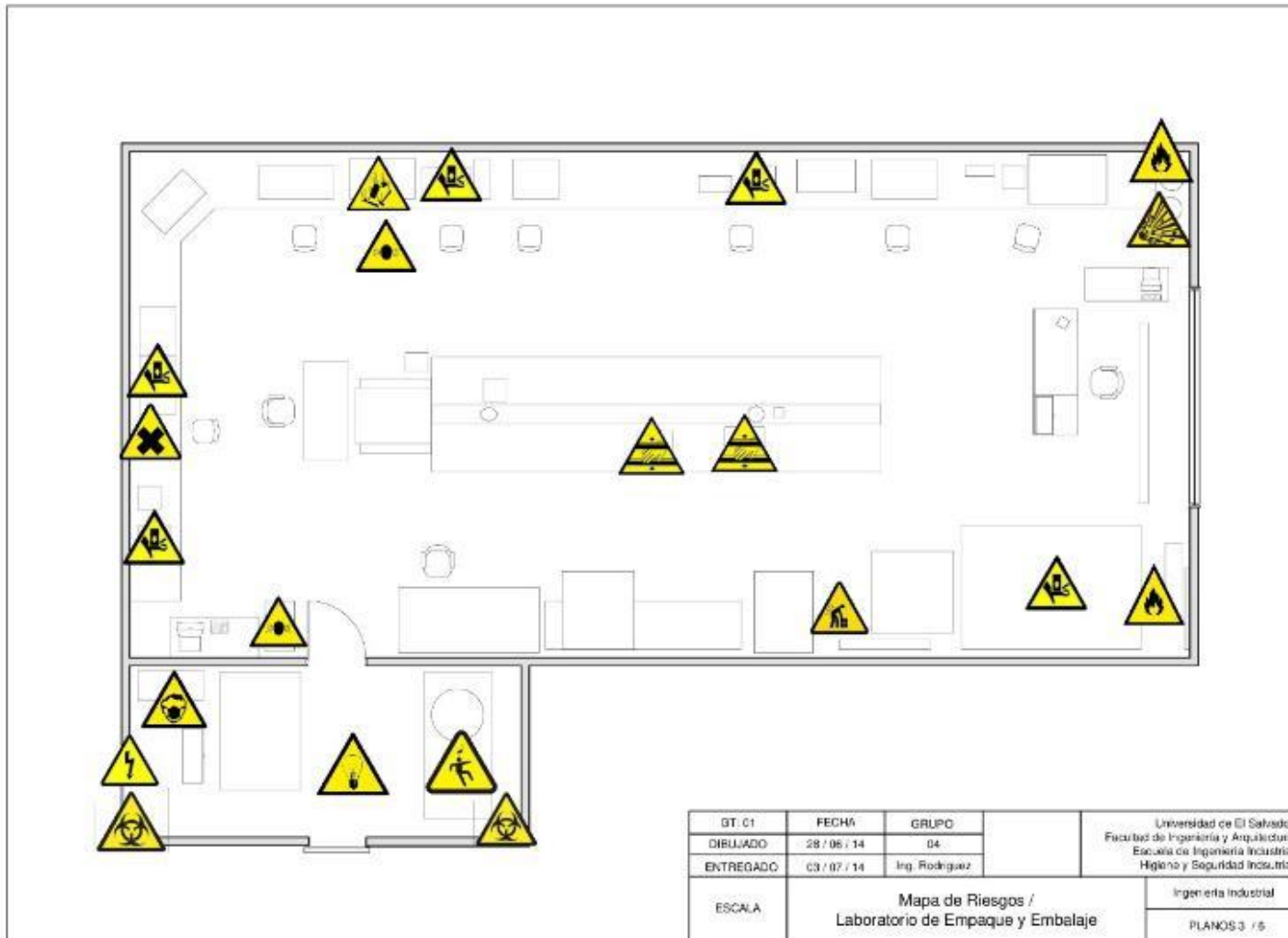


Figura P-3. Mapa de riesgo de CDIECAP
 Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

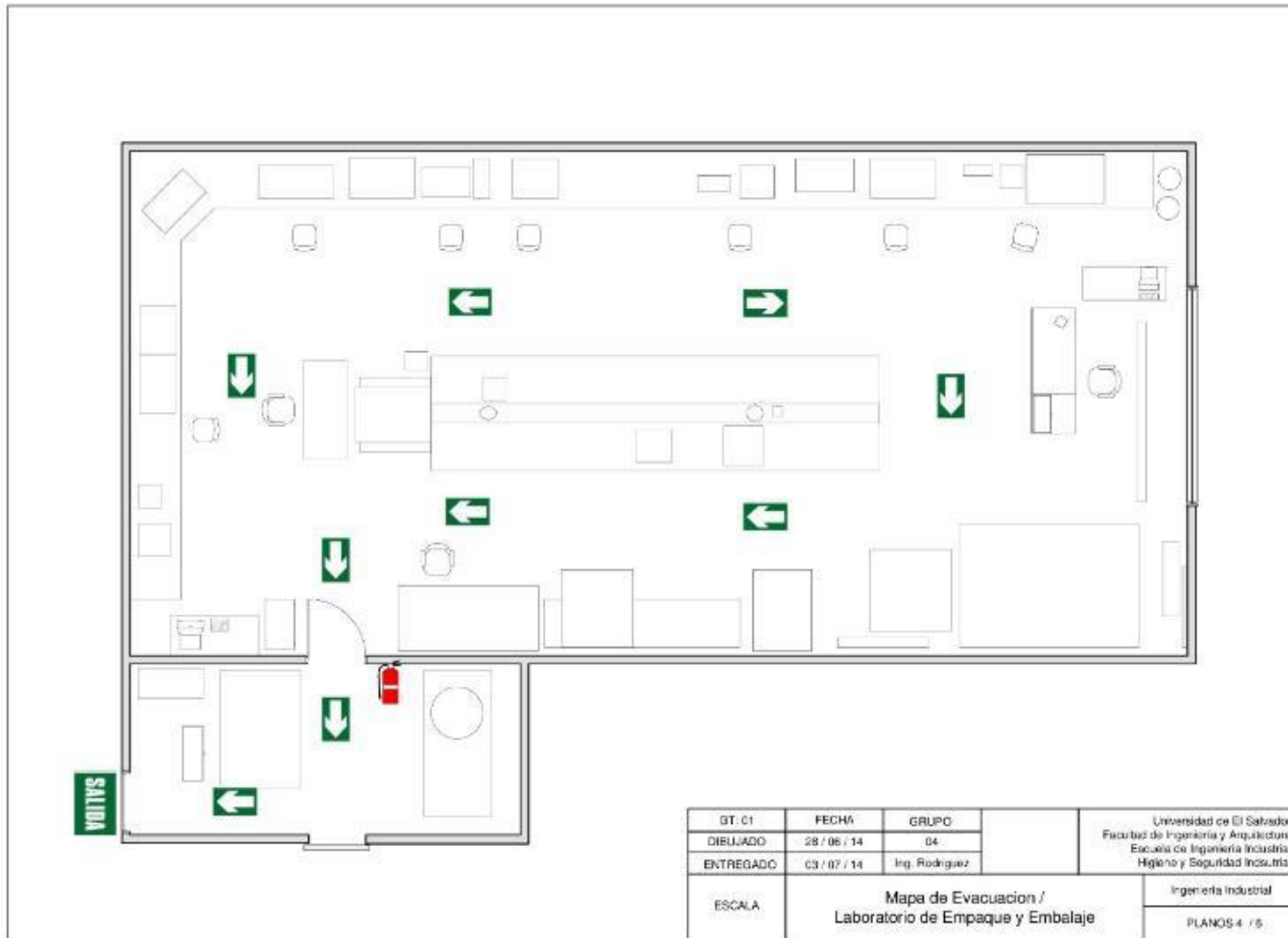


Figura P-4. Señalización ruta de escape de CDIECAP
 Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

ANEXO Q. Mapas de riesgos Facultad de Ingeniería y Arquitectura, vista general

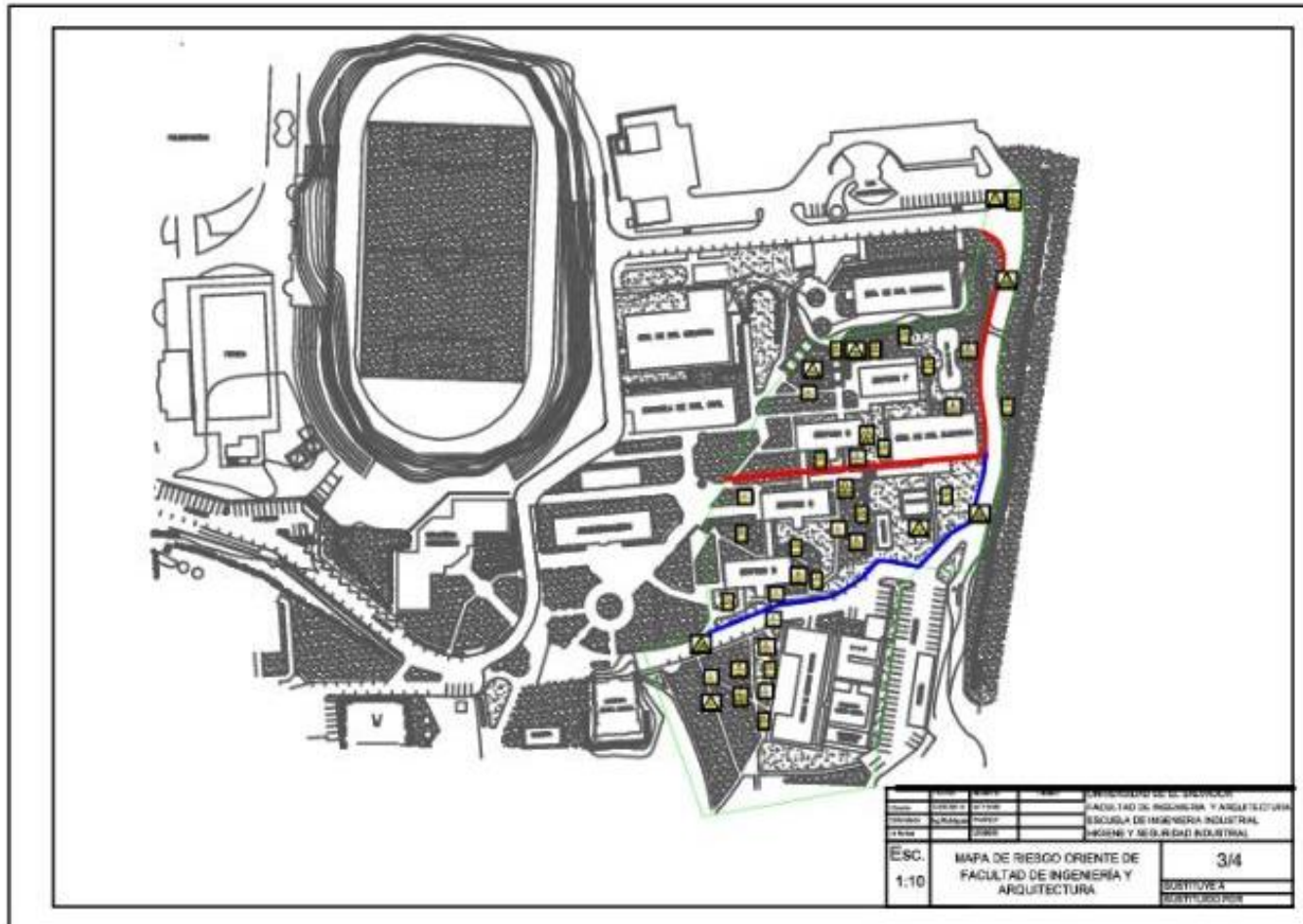


Figura Q-1. Mapa de riesgo oriente de FIA.
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

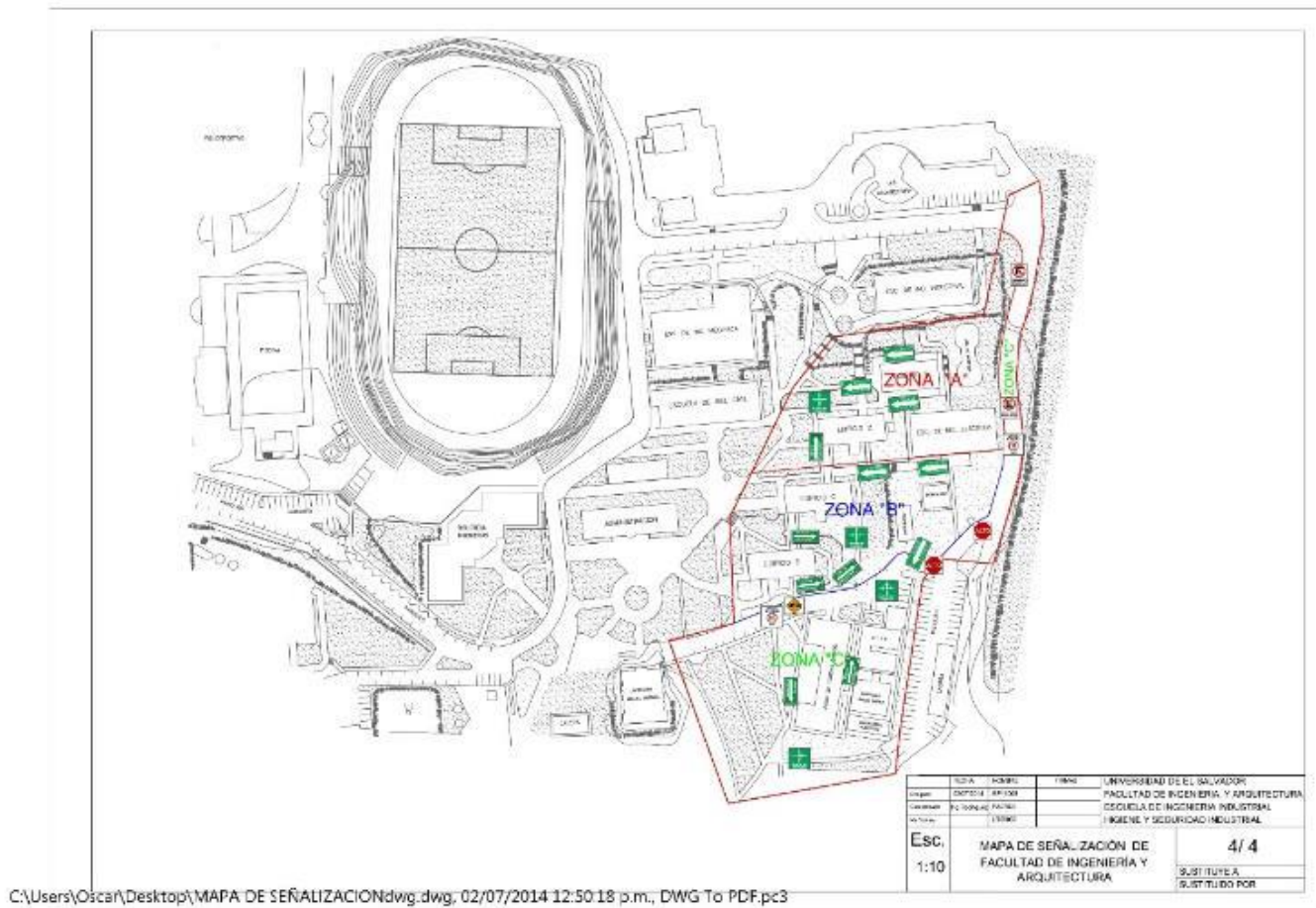


Figura Q-2. Mapa de señalización de FIA
Fuente: Unidad de Planificación FIA-UES

Propuesta para una adecuada gestión de residuos y desechos¹

La propuesta tiene como propósito mitigar la situación ambiental negativa que se está produciendo en los Laboratorios de Ingeniería Química; mediante la implementación de buenas prácticas, facilitando el acceso a los residuos/desechos almacenados adecuadamente según sus características para su posterior eliminación mediante distintas técnicas de tratamiento donde el estudiantado, catedráticos y en especial las personas que trabajan y conviven de cerca con la problemática; que son los directamente afectados puedan tener a futuro una Planta Piloto amigable con el medio ambiente.

Es entonces que la presente se presta como una lista de parámetros/requerimientos a tener en cuenta para un desarrollo integral amigable en el laboratorio.

Clasificación de residuos y desechos químicos con enfoque al tratamiento de los mismos (recuperación/eliminación)

El sistema de clasificación propuesto se basa en las propiedades de los residuos, tales como composición, estado físico y característica de peligrosidad. Disminuyendo los exámenes de laboratorio para examinar si un residuo/desecho es peligroso.

La identificación de estos es necesaria para evitar riesgos debidos a una manipulación, transporte o almacenamiento inadecuado. Todos los tipos de residuos mencionados anteriormente se incluyen dentro de la clasificación siguiente:(LEIA,2008)

¹ Ref. RIVERA C. DIEGO A, PEREZ DAVID O, MARTINEZ HEIDY V. (2018), "Gestión de residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la escuela de ingeniería química e ingeniería de alimentos"

Disolventes Halogenados

Se entiende por tales, los productos líquidos orgánicos que contienen más del 2% de algún halógeno. Se trata de productos muy tóxicos e irritantes y, en algún caso, cancerígenos. Se incluyen en este grupo también las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido en halógenos de la mezcla sea superior al 2%.

Ejemplos: Cloruro de metileno, bromo formo, etc.

Tabla 1 Familia de disolventes halogenados.

FAMILIA DISOLVENTES	DISOLVENTES ESPECÍFICOS
Hidrocarburos Alifáticos	Cloroformo, cloruro de metileno, tricloroetileno, tetracloruro de carbono, triclorotrifluoretano, bromometano, iodometano.
Hidrocarburos Aromáticos	Clorobenceno, diclorobenceno, diclorofeno, bromotolueno, bromobutano, bromotolueno, clorotolueno, hexafluorobenceno, iodobenceno
Alcoholes Halogenados	Tricloroetanol, cloropropanol, cloropropanodiol, alcohol clorobencílico, fluoroetanol
Aminas Halogenadas	Bromoanilina, clorobencilamina, iodoanilina, dicloroanilina, Tricloroanilina
Esteres Halogenados	Bromoacetatos, cloroacetatos, cloropropionatos, cloroformiatos
Amidas Halogenadas	Bromoacetanilida, cloroacetamida, ácido ortoiodohipúrico

Grupo II: Disolventes no halogenados

Se clasifican aquí los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 2% en halógenos. Son productos inflamables y tóxicos y, entre ellos, se pueden citar los alcoholes, aldehídos, amidas, cetonas, ésteres, glicoles, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos y nitrilos.

Es importante, dentro de este grupo, evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento.

Tabla 2 Familia de disolventes no halogenados.

FAMILIA DE DISOLVENTES	DISOLVENTES ESPECIFICOS
Hidrocarburos Cíclicos	Ciclohexano, metilciclohexano.
Derivados de Hidrocarburos Alifáticos	Pentano, hexano, decano, dimetilformamida (DMF), acetonitrilo.
Hidrocarburos Aromáticos	Benceno, tolueno, xileno, estireno, cumeno.
Alcoholes	Metanol, etanol, isopropanol (IPA), butanol, alcohol amílico, alcohol alílico, etilenglicoles, polialcoholes.
Cetonas	Acetona, metilbutilcetona, propanona, ciclohexilbutilcetona, cetonas aromáticas.
Esteres	Acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de butilo, acetato de amilo, lauratos, succinatos, glutaratos, acrilatos.
Aminas Alifáticas	Butilamina, metilamina, trietilamina
Resinas no Halogenadas	-
Aminas Aromáticas	Anilina, toluidina, fenilendiamina, nitroanilina, cloroanilina, metilanilina, fenilpiperacina.
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	Antraceno, bifenilo, naftaleno, fluoreno, indeno, pireno.
Compuestos sulfurados	Tiofenol, etilmercaptano (etanotiol), sulfuro de dialilo, sulfuro de dimetilo, difenilo disulfuro.
Otros	Dimetilsulfóxido (DMSO), sulfuro de carbono, dioxano, tetrahidrofurano (THF), sulfato de metilo, sulfato de etilo

Grupo III: Disoluciones acuosas

Este grupo corresponde a las soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos. Se trata de un grupo muy amplio y por eso es necesario establecer subdivisiones, tal como se indica a continuación. Estas subdivisiones son necesarias, ya sea para evitar reacciones de incompatibilidad o por requerimiento de su tratamiento posterior:

- Soluciones acuosas inorgánicas: Soluciones acuosas básicas: Hidróxido sódico, hidróxido potásico.
- Soluciones acuosas de metales pesados: Níquel, plata, cadmio, selenio.
- Soluciones acuosas de cromo VI.

- Otras soluciones acuosas inorgánicas: sulfatos, fosfatos, cloruros.
- Soluciones acuosas orgánicas o de alta DQO: Soluciones acuosas de colorantes.
- Soluciones de fijadores orgánicos: Formol, fenol, glutaraldehído.
- Mezclas agua/disolvente: Efluentes de cromatografía, metanol/agua.

Grupo IV: Ácidos

Corresponden a este grupo los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas (más del 10% en volumen). Debe tenerse en cuenta que su mezcla, en función de la composición y la concentración, puede producir alguna reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura. Para evitar este riesgo, antes de hacer mezclas de ácidos concentrados en un mismo envase, debe realizarse una prueba con pequeñas cantidades y, si no se observa reacción alguna, llevar a cabo la mezcla. En caso contrario, los ácidos se recogerán por separado.

Grupo V: Aceites

Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de muestras analizadas, operaciones de mantenimiento, etc. En el caso de que exista la sospecha de que los aceites estén contaminados con compuestos bifenilos policíclicos (PCB"s) se recomienda, recogerlos separadamente, para facilitar su eliminación.

Grupo VI: Sólidos

Se clasifican en este grupo los productos químicos en estado sólido de naturaleza orgánica e inorgánica y el material desechable contaminado con productos químicos. No pertenecen a este grupo los reactivos puros obsoletos en estado sólido (grupo VII). Se establecen los siguientes subgrupos de clasificación dentro del grupo de Sólidos:

- **Sólidos orgánicos:** A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza orgánica o contaminada con productos químicos orgánicos como, por ejemplo, carbón activo o gel de sílice impregnados con disolventes orgánicos.
- **Sólidos inorgánicos:** A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza inorgánica. Por ejemplo, sales de metales pesados.
- **Material desechable contaminado:** A este grupo pertenece el material contaminado con productos químicos. En este grupo se pueden establecer subgrupos de clasificación, por la naturaleza del material y la naturaleza del contaminante y teniendo en cuenta los requisitos marcados por el gestor autorizado.

Grupo VII: Especiales

A este grupo pertenecen los productos químicos, sólidos o líquidos, que, por su elevada peligrosidad, no deben ser incluidos en ninguno de los otros grupos, así como los reactivos puros obsoletos o caducados. Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con desechos de los otros grupos. Ejemplos:

- Comburentes (peróxidos).
- Compuestos pirofóricos (magnesio metálico en polvo).
- Compuestos muy reactivos [ácidos fumantes, cloruros de ácido (cloruro de acetilo), metales alcalinos (sodio, potasio), hidruros (borohidruro sódico, hidruro de litio), compuestos con halógenos activos (bromuro de benzilo), compuestos polimerizables (isocianatos, epóxidos), compuestos peroxidables (éteres), restos de reacción, productos no etiquetados]
- Compuestos muy tóxicos (tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, etc.)
- Compuestos no identificados.

Protocolo de segregación de los residuos y desechos

La mayor parte de los residuos peligrosos que se generan en los laboratorios no son productos inertes, por lo que tienden a sufrir cambios (generación de gases y vapores o transformaciones químicas), al reaccionar con otros materiales y también con los recipientes que los contienen, los cuales terminan en mal estado por acción corrosiva de las sustancias contenidas. Es entonces cuando la segregación toma importancia en el sistema de gestión de los residuos y desechos.

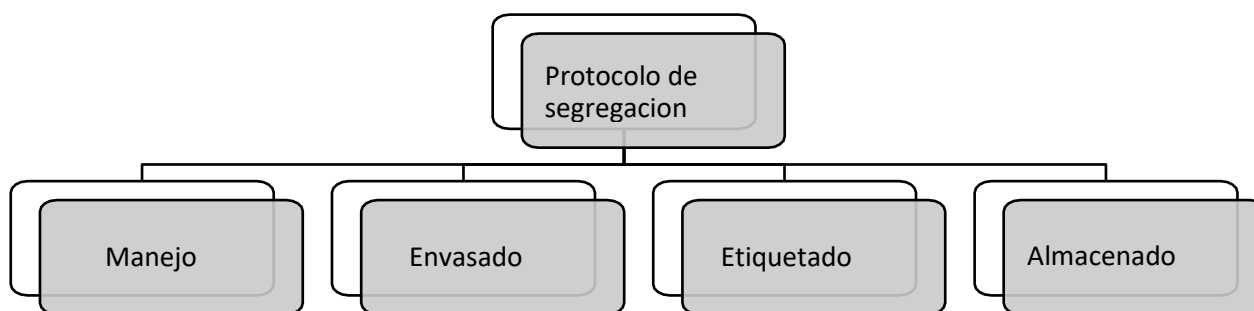


Figura 1 Esquema de protocolo de segregación.

Normas generales para la manipulación de los residuos y desechos

El manejo inadecuado de todo producto químico puede incurrir en problemas graves, es por ello que en el almacenamiento de los residuos y desechos es necesario tener en cuenta determinadas precauciones y medidas de seguridad como las que se muestran a continuación (Carrera E. G., 1991):

- Siempre debe evitarse el contacto directo con los residuos, utilizando los equipos de protección individual, adecuados a sus características de peligrosidad. Esto es especialmente importante en el caso de los guantes y de la protección respiratoria, ya que no existen equipos que protejan frente a todos los productos.
- Todos los residuos deberán considerarse peligrosos, asumiendo el máximo nivel de protección en caso de desconocer sus propiedades y características.

- En lo posible, se utilizarán materiales de envases y de laboratorio, que puedan ser descontaminados con facilidad, sin generar riesgos adicionales al medio ambiente. En caso contrario, se empleará material de un solo uso que pueda ser eliminado por un procedimiento estándar después del contacto con el producto.
- No se deben manipular residuos en solitario.
- Utilizar el tipo de envase adecuado para almacenar el residuo.
- Para los residuos líquidos, no se emplearán envases mayores de 30 litros, para facilitar su manipulación y evitar riesgos innecesarios.
- El transporte de envases de 30 litros o más, se realizará en carretillas para evitar riesgos de caída y derrame.
- El vertido de los residuos a los envases correspondientes debe hacerse de forma lenta y controlada. Esta operación será interrumpida si se observa cualquier fenómeno anormal, como la producción de gases o el incremento excesivo de temperatura. Para trasvasar líquidos en grandes cantidades, se empleará una bomba, preferiblemente de accionamiento manual; en el caso de utilizar una bomba eléctrica, ésta debe ser antideflagrante. En todos los casos se comprobará la idoneidad del material de la bomba con el residuo trasvasado.
- Una vez acabada la operación de vaciado se cerrará el envase hasta la próxima utilización. De esta forma se reduce la exposición del personal a los productos implicados.
- Siempre que sea posible, los envases se depositarán en el suelo para prevenir la caída a distinto nivel. No se almacenarán residuos a más de 170 cm de altura.
- Dentro del laboratorio, los envases en uso no se dejarán en zonas de paso o lugares que puedan generar tropiezos.

Envasado de los residuos y desechos

La segregación de los residuos químicos es un procedimiento donde es fundamental la selección correcta del recipiente. El proceso de llenado del recipiente comprende varias prácticas durante las cuales deben segregarse los residuos químicos de la misma naturaleza para evitar reacciones violentas que generen situaciones de emergencia. El nivel máximo de llenado debe equivaler a un 90% del recipiente.

Procedimiento de envasado y/o descarte

La función del envasado es proteger las sustancias ahí presentes, es de importancia por la reactividad de las mismas donde la humedad y otras sustancias mezclarse y reaccionar. También como laboratorio se hacen uso de sustancias no peligrosas las cuales puede fácilmente eliminarse. En la planta se tiene un excedente de sustancias no peligrosas producto de prácticas y/o trabajos de graduación que se han acumulado a lo largo de los años es ahí donde el descarte inmediato toma su importancia. Para la realización del mismo se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

- La descarga en el desagüe debe ser controlada, en pequeñas cantidades, teniendo en cuenta que en ningún momento se superen los límites establecidos.
- Normalmente se verterán en el desagüe las soluciones acuosas con metanol, etanol y las soluciones diluidas de los siguientes compuestos:
 - **Orgánicos:** acetatos (Ca, Na, NH_4^+ , K), almidón, aminoácidos y sus sales, ácido cítrico y sus sales de Na, K, Mg, Ca y NH_4 , azúcares, ácido acético, glutaraldehído, formaldehído, entre otros.
 - **Inorgánicos:** carbonatos y bicarbonatos (Na, K), cloruros y bromuros de (Na, K), carbonatos (Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, NH_4^+), fluoruros (Ca), yoduros (Na, K), óxidos (B, Mg, Ca, Al, Si, Fe), silicatos (Na, K, Mg, Ca), sulfatos (Na, K, Mg, Ca y NH_4^+), acetatos (Ca, Na, NH_4^+ , K) y clorito de sodio.

A continuación, se presentan los procedimientos con la pretensión de estandarizar el proceso de envasado o en dando caso el descarte de sustancias no peligrosas.

Descarte/eliminación de desechos y residuos no peligrosos

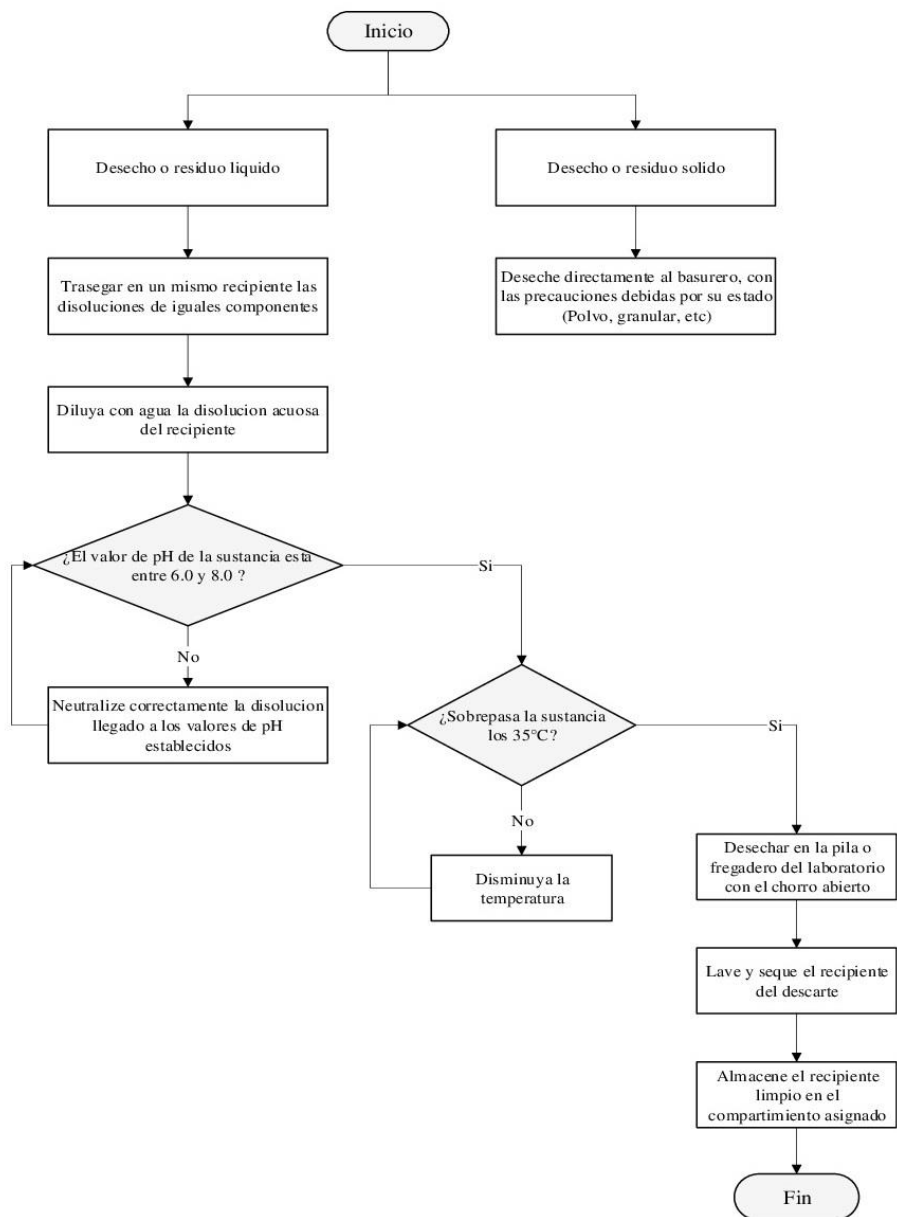


Figura 2 Descarte/eliminación de desechos o residuos no peligrosos.

Etiquetado de los residuos y desechos generados

Teniendo como base el Art. 47(Cap. 5, Decreto N 41) todo residuo y desecho generado debe estar correctamente identificado y según la clasificación propuesta se han tomado en cuenta las características de peligrosidad.

Tabla 3 Clase de sustancias peligrosas (Art.-46 Decreto 41) y sus pictogramas correspondientes de las naciones unidas.

Clase 1 Explosivos	División 1.1 Explosivos con peligro de explosión en masa	
	División 1.2 Explosivos con peligro de proyección	
	División 1.3 Explosivos con un peligro predominante de incendio	
	División 1.4 Explosivos con peligro de estallido no significativo	
	División 1.5 Explosivos muy insensibles	
Clase 2 Gases	División inflamables 2.1 Gases	
	División 2.2 Gases no inflamables	
	División venenosos 2.3 Gases	

Tabla 3 Clase de sustancias peligrosas (Art.-46 Decreto 41) y sus pictogramas correspondientes de las naciones unidas.












Clase 3 Líquidos inflamables	División 3.1 Punto de ignición abajo -18 °C		
	División 3.2 Punto de ignición a 18 °C o más, pero menos de 23 °C		
	División 3.3 Punto de ignición de 23 °C hasta 61 °C		
Clase 4 Sólidos inflamables: materiales espontáneamente Combustibles: y materiales peligrosos con la humedad	División 4.1 inflamables	Sólidos	
	División 4.2 espontáneamente combustibles	Materiales	
	División 4.3 Materiales que son peligrosos con la humedad.		
Clase 5 Oxidantes orgánicos y peróxidos	División 5.1 Oxidantes		
	División 5.2 orgánicos Peróxidos		
Clase 6 materiales venenosos e infecciosos	División 6.1 altamente (tóxicos) Materiales venenosos		
	División 6.2 Materiales venenosos (tóxicos)		
	División 6.3 Materiales etiológicos (infecciosos)		
Clase 7 Materiales radioactivos			

Tabla 3 Clase de sustancias peligrosas (Art.-46 Decreto 41) y sus pictogramas correspondientes de las naciones unidas.

Clase 8 Materiales corrosivos		
Clase 9 Materiales peligrosos diversos		

La codificación de color pro etiqueta sugerida es:

- Grupo I: Etiqueta de color naranja.
- Grupo II: Etiqueta de color verde.
- Grupo III: Etiqueta de color azul.
- Grupo IV: Etiqueta de color rojo.
- Grupo V: Etiqueta de color marrón.
- Grupo VI: Etiqueta de color amarillo.
- Grupo VII: Etiqueta de color lila.

Las propuestas de etiquetas de etiquetas se presentan a continuación:


UES-FIA-EIQA


DISOLVENTE HALOGENADO

Asignatura: _____ Fecha: _____
 CONTENIDO
 Nombre: _____
 Cantidad (Kg) & Concentración: _____
 Tipo: _____ Otras carat según CRETIB: _____
 Proceso o actividad donde se genero: _____
 Descripción: _____




UES-FIA-EIQA


DISOLVENTE NO HALOGENADO

Asignatura: _____ Fecha: _____
 CONTENIDO
 Nombre: _____
 Cantidad (Kg) & Concentración: _____
 Tipo: _____ Otras carat según CRETIB: _____
 Proceso o actividad donde se genero: _____
 Descripción: _____

Figura 3 Propuesta de etiquetas con la nueva clasificación por color.

	UES-FIA-EIQA RESIDUO PELIGROSO TOXICO	
Asignatura: _____ Fecha: _____ Nombre: _____ Cantidad (Kg) & Concentración: _____ Tipo: _____ Otras carat según CRETIB: _____ Proceso o actividad donde se genero: _____ Descripción: _____		

	UES-FIA-EIQA DIS. ACIDA INORGANICA	
Asignatura: _____ Fecha: _____ CONTENIDO Nombre: _____ Cantidad (Kg) & Concentración: _____ Tipo: _____ Otras carat según CRETIB: _____ Proceso o actividad donde se genero: _____ Descripción: _____		

	UES-FIA-EIQA RESIDUO PELIGROSO CON METALES PESADOS	
Asignatura: _____ Fecha: _____ Nombre: _____ Cantidad (Kg) & Concentración: _____ Tipo: _____ Otras carat según CRETIB: _____ Proceso o actividad donde se genero: _____ Descripción: _____		

Figura 3 Propuesta de etiquetas con la nueva clasificación por color.

Procedimiento de etiquetado

Etiquetado de las sustancias químicas contiene la información necesaria para su correcta manipulación y disposición, este proceso se da en conjunto con el envase de la sustancia en la figura se presenta el esquema de etiquetado.

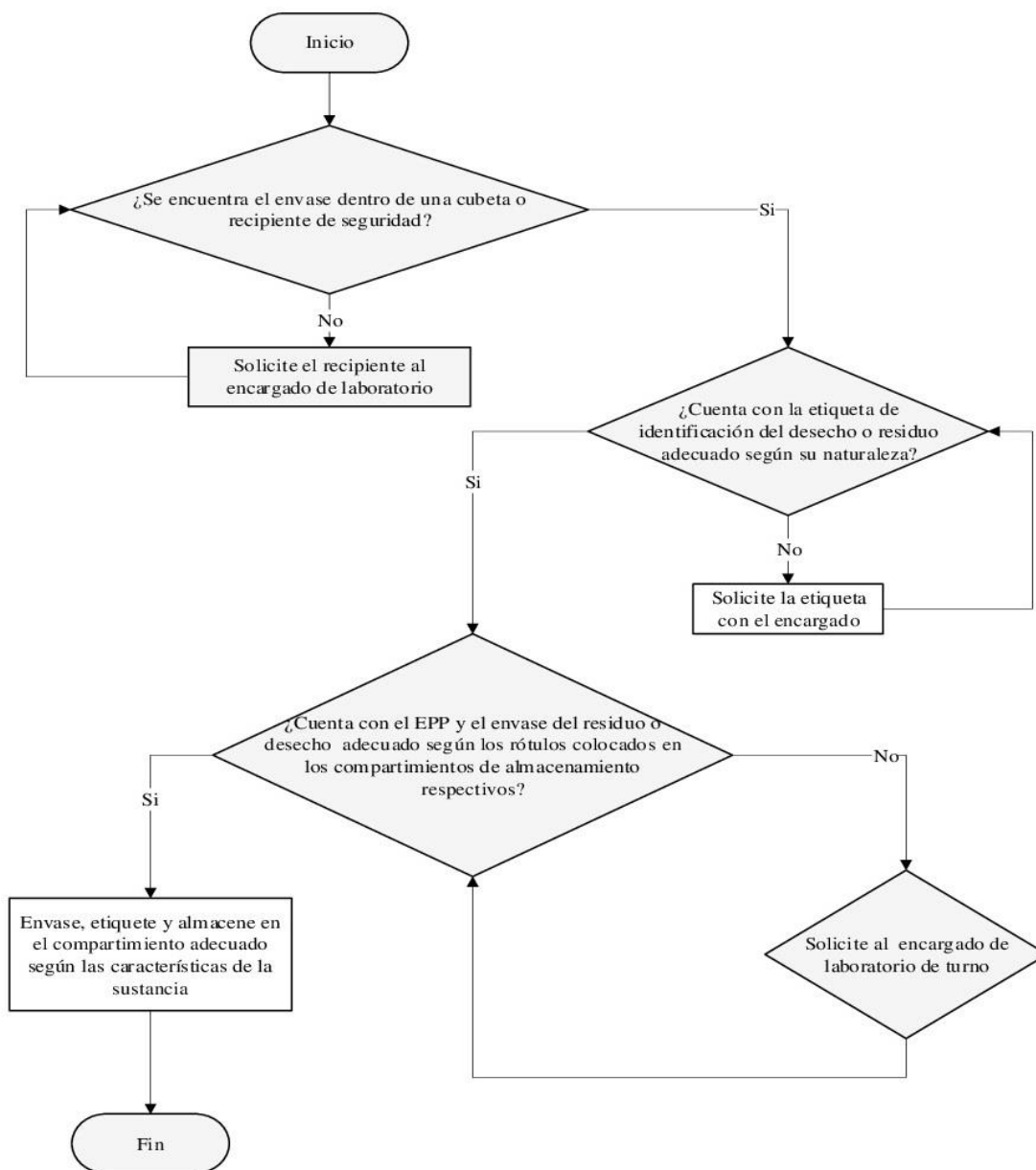


Figura 4 Etiquetado de residuos y desechos químicos.

Almacenamiento

Durante el almacenamiento de sustancias químicas y residuos químicos peligrosos es necesario tomar medidas de prevención y control para evitar daños a la salud de los trabajadores e impactos negativos al ambiente. En el caso particular de los residuos químicos peligrosos, su tiempo de almacenamiento deberá corresponder

al mínimo posible, solo como un paso previo a su tratamiento y disposición final responsable.



Figura 5 Diferentes Bodegas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

Condiciones del almacenamiento

Un factor importante para disminuir los impactos ambientales en un sitio de almacenamiento, es contar con un lugar adecuado que reúna todas las condiciones necesarias para esta actividad. Para los nuevos sitios destinados al almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos se recomienda que dentro de la planeación se contemplen los requisitos aquí descritos (Minambiente, 2006):

Ubicación



Figura 6 Ubicación inadecuada de la bodega y vista de un sitio de almacenamiento (Minambiente, 2006).

Idealmente todo lugar de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos debe estar alejado de zonas densamente pobladas, de fuentes de captación de agua potable, de áreas inundables y de posibles fuentes externas de peligro. La ubicación debe cumplir con lo dispuesto en el plan de ordenamiento territorial del municipio donde se desarrolle la actividad.

La bodega de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos debe estar ubicada en un sitio de fácil acceso para el transporte y para situaciones de emergencia. Es conveniente que esté sobre terreno estable para soportar la obra civil prevista. Es indispensable que se escoja un sitio dotado de servicios de electricidad, agua potable, red sanitaria y pluvial. El sistema de drenaje debe evitar que en caso de emergencia corrientes contaminadas alcancen las fuentes de agua o el alcantarillado público.

Diseño

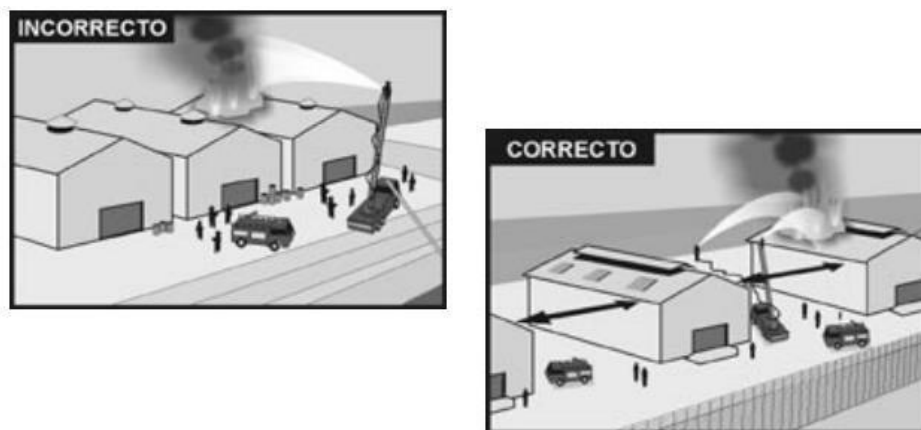


Figura 7 Diseño correcto e incorrecto en el diseño de la bodega (Minambiente, 2006).

La bodega debe ser diseñada de tal manera que permita la separación de materiales incompatibles por medio de edificios o áreas separadas, muros cortafuego u otras precauciones aceptables, así como también permitir movimientos y manejo seguro de las sustancias y residuos químicos peligrosos; debe existir espacio suficiente para las condiciones de trabajo y permitir el acceso libre por varios costados en caso de emergencia.

El diseño de la bodega debe atender a la naturaleza de los materiales a ser almacenados. Para la segregación de materiales incompatibles se debe estudiar la conveniencia de dividir el área en compartimientos o secciones. Los materiales de construcción no deben ser combustibles y la estructura del edificio debe ser de concreto armado o acero. Las edificaciones nuevas deben cumplir con las normas vigentes. Los pasillos de circulación serán lo suficientemente amplios de modo que permitan el movimiento seguro del personal.

Muros cortafuego

Las paredes externas y las divisiones internas, diseñadas para actuar como rompedores de fuego deben ser de material sólido, que resista el fuego durante tres horas y se deben construir hasta una altura de al menos 50 cm por encima de la cubierta de techo más alto o deben tener algún otro medio para impedir la propagación del fuego. Los materiales más adecuados, que combinan resistencia al fuego con resistencia física y estabilidad son el concreto, los ladrillos y los bloques de cemento. Los muros cortafuego deben ser independientes de la estructura para evitar su colapso de toda la edificación en caso de incendio. Cuando existen cañerías, ductos y cables eléctricos, estos se deben cubrir con materiales retardantes del fuego.

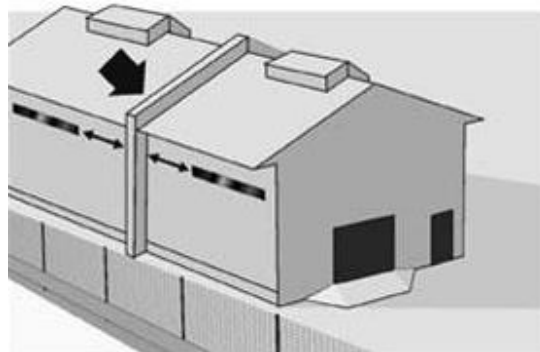


Figura 8 Muros cortafuego. Para evitar la propagación del fuego (Minambiente, 2006).

Puertas de seguridad

El número de puertas de acceso de las mercancías debe ser el mínimo necesario para una operación de almacenamiento eficiente. No obstante, la previsión en materia de preparación ante emergencias hace que se requiera un mayor número de puertas que den paso a vehículos en situaciones de emergencia.

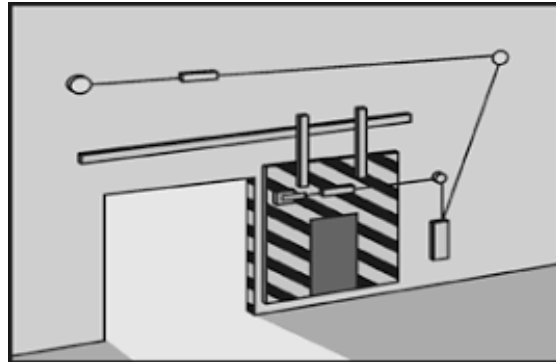


Figura 9 Puertas de seguridad (Minambiente, 2006).

Salidas de emergencia

Deben existir salidas de emergencias distintas a las de las puertas principales de ingreso de mercancías. Al planificar la ubicación de estas salidas se deben tener en cuenta todas las emergencias posibles, evitando, como principal condicionante, que alguien pueda quedar atrapado. Se debe asegurar que la salida de emergencia esté suficientemente señalizada. Las puertas deberán abrirse en el momento de la evacuación sin que haya necesidad del uso de llaves ni mecanismos que requieran un conocimiento especial. Su diseño debe incluir pasamanos de emergencia y debe facilitar la evacuación incluso en la oscuridad o en un ambiente de humo denso. Todas las áreas deben tener la posibilidad de evacuación hacia al menos dos direcciones.

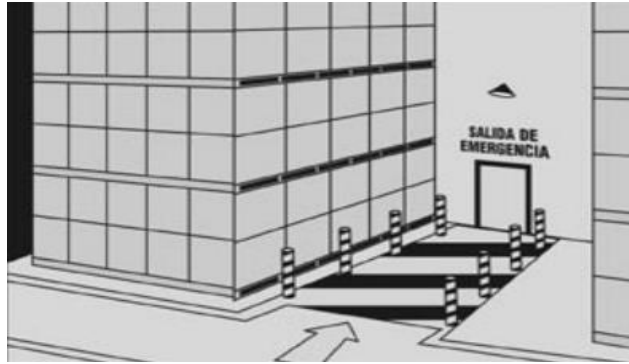


Figura 10 Drenaje correcto e incorrecto para una bodega de sustancias químicas (Minambiente, 2006).

Piso

Debe ser impermeable para evitar infiltración de contaminantes y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen. Debe ser liso sin ser resbaloso y libre de grietas que dificulten su limpieza. Su diseño debe prever posibles derrames, por tanto, se recomienda un desnivel del piso de mínimo el 1% con dirección a un sistema colector y la construcción de un borde perimetral de entre 20 y 30 cm de alto.

Drenaje

Se deben evitar drenajes abiertos en sitios de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos, para prevenir la descarga a cuerpos de agua o al sistema de alcantarillado público. Este tipo de drenajes son adecuados para evacuar el agua lluvia de los techos y alrededores de la bodega. Los drenajes se deben proteger de posibles daños causados por el paso de vehículos o el movimiento de estibas. Los drenajes del interior de la bodega no se deben conectar directamente al sistema de alcantarillado o a fuentes superficiales; deben conectarse a pozos colectores para una posterior disposición responsable del agua residual.

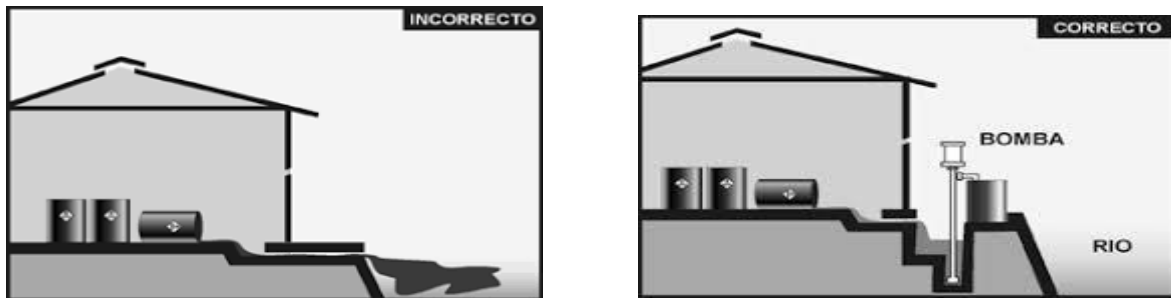


Figura 11 Salida de emergencia (Minambiente, 2006).

Confinamiento

En el caso que un incendio de grandes dimensiones involucre sustancias o residuos peligrosos, es primordial que el agua contaminada usada para el control del fuego sea retenida para evitar la contaminación del suelo y de cuerpos de agua. Esto es posible por medio de elementos de confinamiento tales como diques o bordillos. Todas las sustancias peligrosas almacenadas deben estar ubicadas en un sitio confinado mediante paredes o bordillos perimetrales. En las puertas de las bodegas es necesario construir rampas que actúen como diques pero que además permitan la circulación de vehículos y personas. Para sitios de almacenamiento externo es necesario construir alrededor de todo el perímetro interno un bordillo de confinamiento resistente.

Techos

Deben estar diseñados de tal forma que no admitan el ingreso de agua lluvia a las instalaciones, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de un incendio. Esto debido a que la rápida liberación del humo y el calor mejorará la visibilidad de la fuente de fuego y retardará su dispersión lateral. La estructura de soporte del techo debe construirse con materiales no combustibles. La madera dura o los marcos de madera tratada son aceptables siempre y cuando la cubierta no sea combustible. Las cubiertas deben ser fabricadas con un material que se disgregue fácilmente con el fuego y en consecuencia permita la salida del humo y

el calor. Cuando el techo sea una construcción sólida, el escape del humo y el calor se puede hacer ya sea mediante la ubicación de paneles transparentes de bajo punto de fusión o mediante paneles de ventilación de al menos un 2% de abertura respecto al área del piso. Los paneles de ventilación deberían estar permanentemente abiertos o estar habilitados para abrirse manual o automáticamente en caso de fuego.

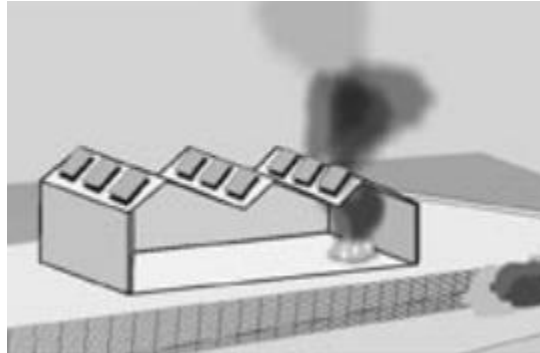


Figura 12 Comportamiento del fuego en una bodega con techo cerrado con ventilación (Minambiente, 2006).

Ventilación

La bodega debe tener óptima ventilación natural o forzada dependiendo de las sustancias peligrosas almacenadas y la necesidad de proveer condiciones confortables de trabajo. Una adecuada ventilación se puede lograr localizando conductos de ventilación en la pared, cerca al nivel del piso y conductos de ventilación en el techo y/o en la pared justo debajo del techo. La ventilación debe ser diseñada y construida sin que las aberturas en los muros perimetrales le resten la resistencia requerida al fuego. En las zonas que lo requieran se puede instalar ventilación forzada. Los equipos empleados incluyen difusores y ventiladores ubicados de forma estratégica en las paredes, ventanas y techos de las edificaciones.

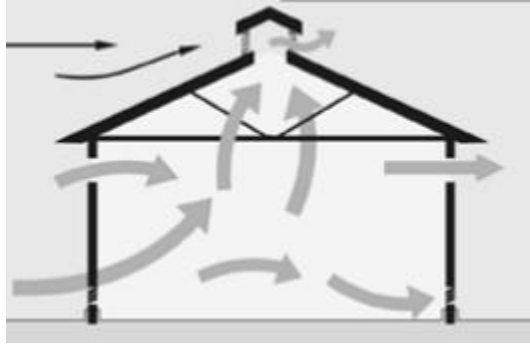


Figura 13 Ventilación adecuada en una bodega de almacenamiento (Minambiente, 2006).

Equipos eléctricos e iluminación

Cuando las operaciones se realicen solo durante el día y la iluminación natural sea adecuada y suficiente, no será necesario instalar iluminación artificial. Las instalaciones de equipos eléctricos e iluminación en las bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas deben atender los requisitos estipulados por la normativa nacional.

Protección contra relámpagos

Toda bodega que almacene materiales inflamables debe considerar en el diseño la instalación de equipos de protección contra relámpagos, como por ejemplo pararrayos.

Señalización

La señalización tiene por objeto establecer colores y señales normalizadas que adviertan a los trabajadores la presencia de un riesgo o la existencia de una prohibición u obligación, con el fin de prevenir accidentes que afecten la salud o el medio ambiente. Las instrucciones de seguridad deben estar en español. Es conveniente el uso de símbolos fáciles. Las señales deberán colocarse en un lugar estratégico a fin de atraer la atención de quienes sean los destinatarios de la información. La señalización deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Señalizar todas las áreas de almacenamiento y estanterías.
- Señalizar el uso obligatorio de los equipos de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento de sustancias o residuos peligrosos.
- Señalizar todos los lugares de almacenamiento con los correspondientes pictogramas de obligación a cumplir con determinados comportamientos, tales como no fumar, uso de equipo de protección personal, entre otros.
- Señalizar que sólo personal autorizado puede acceder a sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas. Señalizar los corredores, las vías de circulación de montacargas y otros vehículos utilizando franjas continuas de un color blanco. La delimitación deberá respetar las distancias necesarias de seguridad entre vehículos y objetos próximos; entre peatones y vehículos.
- Instalar señales en todos los sitios de trabajo, que permitan conocer a todos los trabajadores situaciones de emergencia cuando estas se presenten o las instrucciones de protección requeridas. Se recomienda que la señalización de emergencia en las bodegas de almacenamiento se realice mediante señales acústicas o comunicaciones verbales. También se pueden utilizar señales luminosas en zonas donde la intensidad de ruido ambiental no lo permita o las capacidades físicas auditivas estén limitadas, pero esta situación no es común para bodegas de almacenamiento de los residuos químicos.
- Señalizar los equipos contra incendios, las salidas, recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios. Antes de la implementación de una señal se aconseja formar e informar a todos los trabajadores con suficiente antelación para que ésta sea cumplida.
- Deberá establecerse un programa de revisiones periódicas para controlar el correcto estado y aplicación de la señalización, teniendo en cuenta las modificaciones de las condiciones de trabajo.

- Cuando en una determinada área de trabajo ocurra la necesidad de señalar diferentes aspectos de seguridad, pueden ubicarse las señales de forma conjunta en el acceso a dicha área, agrupándolas por tipos de señales.

A continuación, se presentan los tipos de señalización que engloban las consideraciones antes mencionadas.

Señales de Advertencia



Figura 14 Esquema de señalización de advertencia (Santos, 2015).

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal), bordes negros. Con excepción, el fondo de la señal sobre “materias nocivas o irritantes” será de color naranja, en lugar del amarillo, para evitar confusiones con las señales similares utilizadas para la regulación del tráfico en carretera.

Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 50 o respecto a la

horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).



Figura 15 Esquema de señalización de prohibición (Burgonio, 2015).

Señales de obligación

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 16 Esquema de señalización de obligación (Spuch, 2015).

Señales de salvamento y de socorro

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

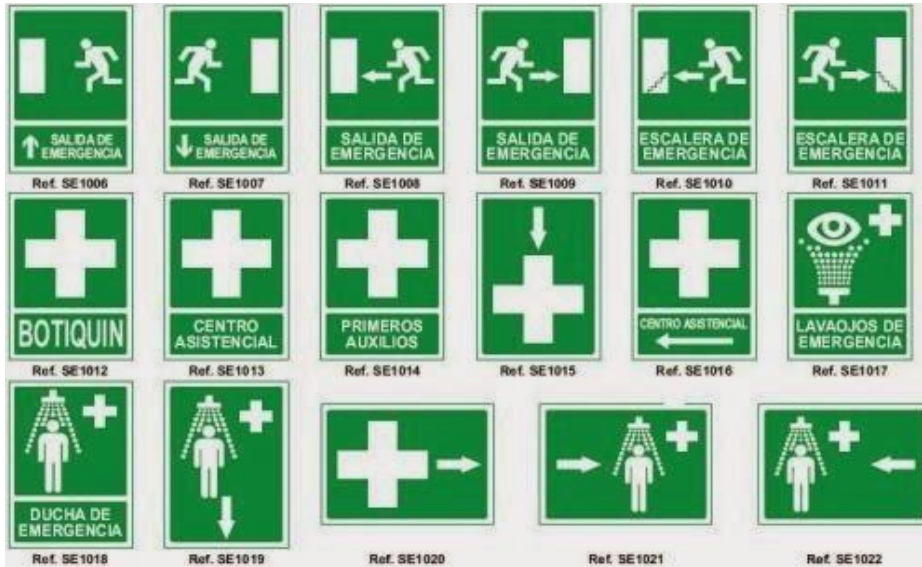


Figura 17 Esquema de señalización de salvamento y socorro (Sanchez, 2015).

Señales de equipos contra incendios.

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 18 Esquema de señalización de equipos contra incendio (Poogaboo, 2015).

Dispositivos de detección de fuego y sistemas de respuesta

Con respecto a los límites la bodega debe estar rodeada por una cerca o muralla protectora que debe mantenerse en buen estado. La línea de la cerca debe dejar suficiente espacio para las posibles emergencias en caso de derrames. Durante la noche se debe tener personal de seguridad o sistema de alarmas o de iluminación, que den aviso de una emergencia. Se recomienda ubicar una ducha de emergencias y fuente lava ojos cada 200 m² para atender rápidamente un accidente ocasional por contacto con estas sustancias.

Detectores de incendio

Existen distintos tipos de detectores de incendio, entre los que se pueden contar los detectores de llamas, que son del tipo infrarrojo o ultravioleta o ambos; detectores de humo, que son de dos tipos, por “ionización” o por “efecto óptico”; detectores de calor, que son generalmente menos afectados por falsas alarmas que los detectores de humo, sin embargo, por definición, solo responden cuando un fuego ha desarrollado suficiente calor y por lo tanto se pueden considerar como de acción retardada.

Condiciones específicas según peligrosidad

Para garantizar el control de riesgos e impactos al ambiente es necesario la selección de una bodega específica para una clase de sustancia determinada. Al seleccionar o construir una bodega para el almacenamiento de sustancias químicas específicas, se sugiere que se tengan en cuenta los siguientes requisitos:

Inflamables

- Deben estar situados a una distancia suficientemente alejada de todo edificio o zona habitada, carreteras y vías férreas, teniendo en cuenta la cantidad de explosivos y detonantes que se van a almacenar. El acceso debe estar restringido a personal autorizado.
- Muros contruidos sólidamente y a pruebas de balas y fuego.
- El techo debe ser liviano.
- Se debe propender por ventilación e iluminación natural. Si se requiere iluminar artificialmente el área alrededor y dentro de la infraestructura, deberá hacerse por medio de proyectores a distancia, con linternas o equipo de alumbrado eléctrico tipo anti chispas.
- Deberá estar protegido con un sistema de pararrayos que cubra su área total, sin que ninguna de las partes del sistema tenga contacto con la estructura.

Gases comprimidos: inflamables, no inflamables y tóxicos.

- Debe haber un área exclusiva para cilindros, lejos de fuentes térmicas.
- El material de construcción debe ser incombustible, el techo liviano, piso sólido; los muros pueden ser metálicos o de rejillas.
- La bodega debe contar con ventilación suficiente para evitar concentración de gases que puedan originar explosión, asfixia.
- Dependiendo de la compatibilidad de los gases, su almacenamiento se debe hacer áreas separadas.
- Se debe contar con sistemas de detección automática de incendio.

Sólidos inflamables

- Se recomienda que los muros externos tengan un tiempo de resistencia al fuego de 3 horas.
- Los muros no deben tener aberturas.
- Muros divisorios internos de una misma bodega con resistencia al fuego por 120 minutos (hasta la cubierta).
- Elementos soportantes verticales con resistencia al fuego por 120 minutos.

- Elementos soportantes horizontales con resistencia al fuego por 120 minutos.
- Cubierta del techo con resistencia al fuego menor a 60 minutos, sin planchas metálicas.
- Sistema de control de derrame, siendo posible poseer elementos absorbentes que permitan retirar fácilmente la sustancia peligrosa o bien, poseer cámara de contención exterior a la bodega.
- Bodega con una distancia mínima de 3 m, entre ella y muro lindante.
- Se debe contar con un sistema de detección automático de incendio.
- Se deben evitar las instalaciones eléctricas, pero si se requieren deberán estar protegidas adecuadamente y presentar conexión a tierra.
- Mantener la temperatura suficientemente baja para evitar problemas con los vapores existentes.

Líquidos inflamables

- Se aplican las mismas condiciones de los sólidos inflamables.

Materiales radiactivos.

- La bodega en que se almacenen los equipos estará construida con un material sólido que asegure que la radiación al exterior no exceda en dos veces la radiación de fondo.
- En caso de que la bodega se ubique en una obra provisoria y, por tanto, los materiales requeridos para la construcción del recinto no se ajusten a lo señalado anteriormente, se deberá construir un recinto en concreto reforzado, provisto de un marco con una tapa metálica de protección, con un sistema de cierre con porta candado, que lo asegure de terceras personas. Esta bodega puede estar ubicada al interior de otra construcción que puede ser de material liviano, pero deberá contar con un acceso independiente y exclusivo.

Programa de manejo ambiental

Según el ministerio de medioambiente el Programa de Manejo Ambiental es un instrumento del proceso de evaluación ambiental, el cual es parte del Estudio de Impacto Ambiental en el que se establecen las acciones de prevención, atenuación o compensación que se realizarán en una actividad, obra o proyecto. Este programa es aprobado como condición para el otorgamiento del permiso ambiental.

Las acciones de compensación podrán el titular realizarlas a través del Fondo de la Iniciativa para las Américas (FIAES) y el Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES), según acuerdo ministerial.

Como parte de esta propuesta es necesario tener claro que las actividades desarrolladas en los laboratorios de la escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de alimentos y en bodega de almacenamiento a futuro no están ni estarán exentos de causar impactos negativos en el ambiente por lo tanto es necesario plantear un conjunto de actividades mitigativas/ compensación aclarando que las propuestas a continuación no son proporcionadas por FIAES ni FONAES.

ANEXO S. Fotografías FIA-UES



Figura S-1. Edificio Administración académica-FIA



Figura S-2. Edificio B-FIA



Figura S-3. Biblioteca-FIA



Figura S-4. Auditorium Miguel Mármol



Figura S-5. Escuela de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas Informáticos