

Informe Final

Levantamiento de Línea Base

Residuos Generados en la Facultad de Ciencias – Universidad de Chile

RESUMEN

El siguiente trabajo sobre los residuos generados en la Facultad de Ciencias, pretende identificar la línea base de residuos generados que se valorizan o eliminan. El análisis incluye la cantidad mensual y tipo de residuos generados, un diagrama de flujo desde su generación hasta su eliminación, una descripción de la gestión actual de residuos, incluyendo la generación, almacenamiento, separación, recolección y eliminación o valorización. Además, se examina la funcionalidad de los sistemas de separación, si corresponde, y la cultura de las prácticas de separación de residuos entre la comunidad estudiantil, un análisis económico del sistema de gestión de residuos actual, un registro de los transportistas y destinatarios de residuos, y las posibles oportunidades de mejora en la gestión de residuos.

Los resultados del análisis muestran que el 63% del total de residuos no peligrosos del tipo domiciliario generados, son compostables, mientras que el 19% son papel y cartón, y el 7% son envases de aluminio y vidrio. Este tipo de residuos pueden ser reutilizados o reciclados, y el total anual de residuos no peligrosos de tipo domiciliario generados es de unas 10 t/año.

Adicionalmente, el análisis reveló que la facultad genera anualmente aproximadamente 1.9 toneladas de residuos químicos, de los cuales el 11% son tóxicos y el 7% son inflamables. Además, produce anualmente 8,5 toneladas de residuos peligrosos, entre objetos punzantes, tubos fluorescentes y botellas de vidrio. El informe también menciona que aproximadamente el 36,3% de las 20 toneladas de residuos totales generados por la Facultad de Ciencias anualmente pueden ser reciclados o reutilizados a través de diferentes procesos, como compostaje, reutilización de plástico, entre otros.

En resumen, el análisis de los datos proporcionados incluye información sobre las cantidades de residuos generados, su diagrama de flujo, gestión de residuos, prácticas del personal y oportunidades de mejora. Proporciona información valiosa para la gestión de residuos y puede ayudar a las organizaciones a identificar oportunidades para reducir los residuos y promover la sostenibilidad.

I. ANTECEDENTES

La Política de Sustentabilidad de la Universidad de Chile tiene como objetivo transformar la institución en una universidad sostenible, trabajando en las áreas de docencia, gestión, extensión e investigación. El Comité de Sustentabilidad de la universidad fue creado en noviembre 2018 con el objetivo de coordinar y apoyar las acciones necesarias en medioambiente y sustentabilidad, además de difundir y proponer medidas a las autoridades universitarias correspondientes. Su principal función es llevar a cabo el seguimiento de las acciones originadas en la Política de Sustentabilidad implementada en todas las unidades de la Institución Universitaria.

Por su lado, la Unidad de Producción Limpia Y Sustentabilidad de la Facultad de Ciencias tiene como función promover una cultura interna de comportamiento sostenible en todos los miembros de la comunidad universitaria, así como apoyar la generación, transferencia y difusión del conocimiento en materia ambiental para contribuir al desarrollo sostenible del país. La idea es lograr un uso consciente y responsable de los recursos sin comprometer la calidad o continuidad de las actividades de la universidad y sin afectar el acceso a estos recursos para las generaciones futuras.

Este trabajo estudia el manejo y almacenamiento de los residuos peligrosos en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, basado en las leyes N° 20.920, DS 148/2003 MINSAL y DS 43/2016. La revisión teórica, el levantamiento de datos en terreno y el análisis normativo se llevaron a cabo para conocer las condiciones actuales de la bodega de sustancias y residuos químicos, como también recopilar información sobre la gestión de residuos sólidos no peligrosos generados en la facultad y proponer un plan de manejo y un protocolo de información sobre los residuos generados en los laboratorios de docencia e investigación y en todas las unidades generadoras.

II. OBJETIVOS GENERALES

- Revisar la aplicabilidad de las normativas vigentes sobre el manejo de los residuos sólidos no peligrosos (RSNP) y residuos peligrosos (RESPEL) en el ámbito de la generación y manejo actual de los residuos de la Facultad.
- Evaluar la generación y manejo actual de los residuos generados mediante un levantamiento de datos en terreno en las diferentes fuentes generadoras.
- Contribuir con propuestas para la elaboración de un Plan Integral de Gestión de Residuos en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

III. METODOLOGIA

Para el presente estudio se realizaron levantamientos de línea de base, respecto al tipo, cantidad y fuente de generación de los residuos generados en la facultad. Dentro de la metodología utilizada en el levantamiento de datos, se realizaron las siguientes consideraciones:

3.1.- Levantamiento de datos para RSNP

- Determinación de las fuentes generadoras de residuos.
- Se realiza coordinación previa con los encargos de cada edificio o unidad académica donde se realizará el levantamiento de datos de sus residuos. Estos se dejan en bolsas en lugares previamente definidos con las personas encargadas de retirar los residuos.
- Las bolsas con residuos son tomadas de sus lugares llevadas a un sector despejado para poder desplegar una bolsa sobre el suelo y sobre ella verter los residuos para realizar su segregación, conteo y pesaje.

- Los residuos más grandes o de mayor cantidad fueron pesados directamente con una báscula marca Dbluetooth con rango de peso entre 0.1 a 180 Kg. y aquellos más livianos o que se encontraban en menos cantidad se pesaron con una pesa marca WeiHeng con rango de peso de 0.1 a 10 Kg. Ambas calibradas una vez al día con una masa de 1 Kg y de 5 Kg.
- Durante la segregación se va realizado la clasificación de los diferentes residuos presentes según clasificación definida previamente (tabla 2).ted est
- Una vez pesados y registrados los datos de los residuos, se vuelven a la bolsa y se llevan a los basureros designados por los encargados de aseo de la facultad.

Todo lo descrito anteriormente es para los residuos de oficina, casino, aulas de clases y laboratorio de docencia. Referente a otros RSNP generados en los laboratorios de investigación, el levantamiento de datos se realizó dentro de laboratorios previamente seleccionados por su representatividad por tamaño y áreas de investigación. El procedimiento para estos lugares fue el siguiente:

- Se coordina con el encargado del laboratorio día y hora para el levantamiento.
- La persona que realiza el levantamiento se presenta con la indumentaria pertinente (Cotona, guantes y mascarilla de ser necesario) a realizar las preguntas y observaciones sobre los residuos generados a diario y mensual por el laboratorio.
- Las preguntas sobre los residuos se realizan al encargado (técnico o docente) del laboratorio según pauta entregada por la Unidad de Producción Limpia y Sustentabilidad.
- No se manipula nada que sea proveniente de residuos peligrosos o contaminados, todo el levantamiento se realiza con el consentimiento y supervisión del encargado.
- Los datos levantados son registrados y los residuos no son retirados del laboratorio.

3.2.- Levantamiento de datos para RESPEL

El método utilizado para el levantamiento de datos para los RESPEL fue realizado en la bodega de sustancias químicas y residuos peligrosos. Se contó con el apoyo de su encargado y del experto en prevención de riesgos de la Facultad de Ciencias.

- Se coordina con el encargado de la bodega día y hora para el levantamiento.
- El experto en prevención de riesgos realiza charla de seguridad adecuada al entorno de trabajo.
- La persona que realiza el levantamiento se presenta con la indumentaria pertinente (Cotona, guantes y mascarilla para polvo) a realizar una vez a la semana el conteo y pesaje.
- Los datos levantados son registrados y los residuos no son retirados de la bodega.

- Los residuos se clasifican como peligroso según el decreto 148 Arts. del 10 al 18 y Art. 90 del mismo decreto.
- Para la contabilización de los residuos líquidos peligrosos se utiliza el registro con el que cuenta la bodega “Control de entrada de Residuos químicos” que fue facilitada por el encargado de la bodega de sustancias y residuos químicos.
- Los residuos sólidos peligrosos más grandes o de mayor cantidad fueron pesados directamente con una báscula marca Dbluetooth con rango de peso entre 0.1 a 180 Kg. y aquellos más livianos o que se encontraban en menos cantidad se pesaron con una pesa marca WeiHeng con rango de peso de 0.1 a 10 Kg. Ambas calibradas una vez al día con una masa de 1 Kg y de 5 Kg de hierro revestida con una película cromada.
- Se realiza un levantamiento de las condiciones estructurales y modo de almacenamiento de las sustancias y de los residuos.
- Una vez realizados los levantamientos se realiza el tratamiento de datos para precisar:
 - Fuentes de generación de residuos.
 - Tipo de residuos generados por fuente generadora.
 - Cuantificación de residuos por tipo y por fuente generadora.
 - Análisis cuantitativo y cualitativo por fuente generadora.

Cabe señalar que en el levantamiento de los datos de los residuos no están contabilizados los residuos electrónicos, puesto que estos no se pueden considerar como residuos hasta que no se realizan los procedimientos de gestión administrativa correspondientes para darlos de baja. Tampoco se considera los residuos generados en los talleres de mantención de la facultad.

Con dichos análisis se pretende obtener en forma estimativa, pero con un máximo de fidelidad:

- Cantidad mensual y anual de residuos separados por no peligrosos y peligrosos.
- Un diagrama de flujo de los residuos.
- Descripción del manejo actual de los residuos en aspectos como, clasificación, manejo, segregación, recolección y valoración o eliminación.
- Funcionamiento o existencia de separación en el origen, si corresponde.
- Análisis sobre cultura de hábitos de separación, reconocimiento y reutilización de residuos.
- Análisis económico del sistema de manejo actual de residuos.
- Catastro de destinatarios y distancia al punto de destino de los residuos
- Identificación de oportunidades de mejora en la gestión de residuos.

IV. RESULTADOS

Los resultados del levantamiento de información que se resumen en las siguientes tablas y gráficos, se tomaron en las siguientes fuentes generadoras:

- Edificio Casino de Ciencia,
- Edificio de Matemática, sus oficinas y salas
- Edificio de Física, sus oficinas y salas
- Edificio Escuela de Pregrado, DAE
- Edificio del pabellón G
- Edificio Aularios Ciencias.
- Laboratorios antiguos de Investigación (barracas)
- Edificio Laboratorios de Docencia Experimental
- Edificio de Investigación de Química
- Edificios de Ecología 1 y 2
- Edificio Biología Milenio
- Edificio Centro de Equipamiento Mayor

El levantamiento de datos para los RESPEL se realizó en dependencias de la bodega de sustancias químicas y residuos peligrosos.

En el anexo 1 se presenta el plano de las diferentes fuentes generadoras de la Facultad de Ciencias.

4.1 Resultado Levantamiento de datos para RSNP

En la siguiente tabla se muestra los kilogramos totales obtenidos durante las semanas de levantamiento realizadas entre el 17 de octubre y el 5 de noviembre, los que nos lleva a los totales de residuos por día sin segregación por tipo.

Sector	Total, Residuos levantados (Kg)	Total, Residuos por día (Kg)
Oficinas Pabellón G y Aularios	8,27	2,76
Laboratorios Nuevos Docencia	24,14	8,05
Salas Ciencias	10,93	2,73
Matemáticas	12,48	4,16
Física	9,93	4,96
Secretaría estudios	6,94	3,47
Casino	29,31	14,65
Lab. Química Invest.	8,83	4,41
TOTALES	110,8	45,20

Tabla 1, Residuos generados por día en los diferentes lugares de la Facultad de Ciencia

Estos datos son presentados en el siguiente gráfico comparativo donde se aprecia la generación de residuos en las diferentes fuentes generadoras. Se hace la salvedad que las

fuentes Pabellón G y Aularios nuevos de ciencias se juntaron por comodidad en el manejo de datos posteriores.

Figura 1, Gráfico del total de residuos levantados por día por fuente generadora



Considerando las variables anuales de días festivos y semanas trabajadas en los diferentes estamentos de la facultad, se obtiene una extrapolación de la generación de residuos totales para un año normal.

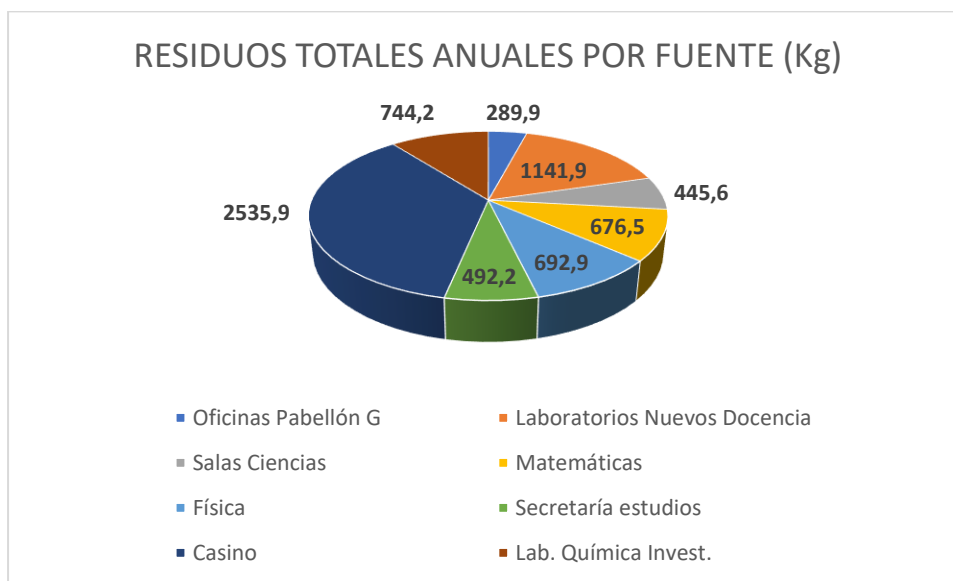


Figura 2, Gráfico del total anual de residuos por fuente generadora

La siguiente tabla nos muestra el detalle de los Kg por tipo de residuos según clasificación establecida previamente (ver anexo). Esto se grafica para poder comparar porcentualmente los aportes por cada tipo de residuos en un año.

Tabla 2, Residuos generados por las diferentes fuentes generadoras detallado por tipo de residuos.

TIPOS DE RESIDUOS REUTILIZABLES	Orgánicos compostables	Papeles y Cartones	Plásticos Bolsas	Plásticos PET Reciclable	Vidrios reciclable	Latas de Fierro	Latas de aluminio	Tetra-pack	Varios*	Tapas de botella PET 5	Envases de yogurt, mantequilla, y similares PET 6	pilas, baterías	Electrónicos	Residuos Anual	Residuos mensual	Residuos Semanal
Oficinas Pabellón G	0,33	0,50	0,02	0,08	0,12	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	289,9	26,357	6,2483
Laboratorios Nuevos Docencia	4,34	0,73	0,01	0,03	0,17	0,05	0,03	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1141,9	103,81	27,188
Salas Ciencias	0,64	0,95	0,01	0,10	0,04	0,00	0,13	0,06	0,05	0,00	0,16	0,00	0,00	445,6	40,511	10,61
Matemáticas	0,70	1,23	0,22	0,25	0,35	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,08	0,00	0,00	676,5	61,501	14,58
Física	0,93	0,88	0,00	0,60	0,00	0,02	0,05	0,11	0,10	0,00	0,19	0,02	0,11	692,9	62,988	14,933
Secretaría estudios	0,49	1,05	0,08	0,14	0,16	0,02	0,04	0,02	0,02	0,00	0,12	0,00	0,00	492,2	44,744	10,608
Casino	10,34	0,13	0,24	0,56	0,16	0,02	0,10	0,05	0,10	0,00	0,21	0,00	0,18	2535,9	230,53	60,378
Lab. Química Invest.	1,10	0,35	0,00	0,43	0,42	0,00	0,19	0,01	0,02	0,35	0,33	0,01	0,00	744,2	67,658	16,04
TOTALES	18,86	5,81	0,57	2,19	1,42	0,15	0,58	0,29	0,35	1,23	0,03	0,28		7019,1	638,1	160,58
Total Semanal	94,3	29,1	2,9	10,9	7,1	0,8	2,9	1,5	1,8	1,8	6,1	0,2	1,4			
Total Anual	4376	1348	132	508	329	35	135	68	82	81	285	7	65			

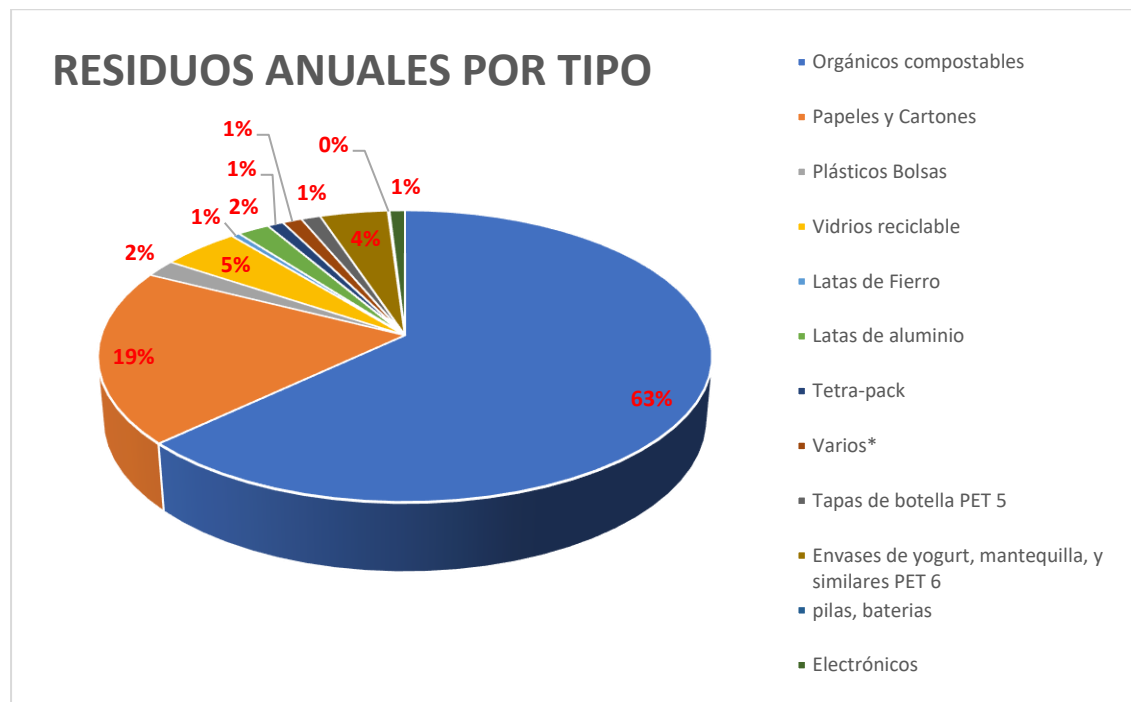


Figura 3, Gráfico del total porcentual anual por tipo de residuos

Una vez realizado el levantamiento tomando en cuenta los pesos diferenciados por tipo de residuos, se puede realizar una separación entre los residuos Utilizables o Reciclables de los que no lo son.

Cabe señalar que el criterio para definir si los residuos son o no valorables (reciclar o reutilizar, en nuestro caso) es el hecho de tener o no acceso a una empresa externa que realice el retiro y posterior tratamiento para revalorar los residuos. Por otra parte, también se considera la posibilidad de poder

realizar algún proceso de valoración de algún residuo dentro de la facultad (como por ejemplo el compostaje).

La siguiente tabla muestra separadamente por fuente generadora la cantidad de residuos valorables de los que no lo son. Esto se puede observar más claramente en los gráficos presentados, donde los residuos valorizables abarcan el 71% del total generado.

Tabla 3, Residuos generados anualmente por las diferentes fuentes generadoras.

Sector	RESIDUOS DIARIOS GENERADOS POR SECTOR		PROYECCIÓN ANUAL DE RESIDUOS FCs							
	Residuos reciclables/reutilizables por día	Residuos No Utilizables por día	Días	meses	Año	residuos anual	Días	meses	Año	residuos anual
Oficinas Pabellón G	1,25	1,51	22	11	232	289,92	22	11	232	349,5
Laboratorios Nuevos Docencia	5,44	2,61	22	10	210	1141,9	22	10	210	548,1
Salas Ciencias	2,12	0,61	22	10	210	445,62	22	10	210	128,4
Matemáticas	2,92	1,24	22	11	232	676,51	22	11	232	288,7
Física	2,99	1,97	22	11	232	692,87	22	11	232	456,6
Secretaría estudios	2,12	1,35	22	11	232	492,19	22	11	232	312,8
Casino	12,08	2,54	22	10	210	2535,9	22	10	210	533,2
Lab. Química Invest.	3,21	1,21	22	11	232	744,23	22	11	232	279,7
TOTALES	32,12	13,03				7,0191				2,8969

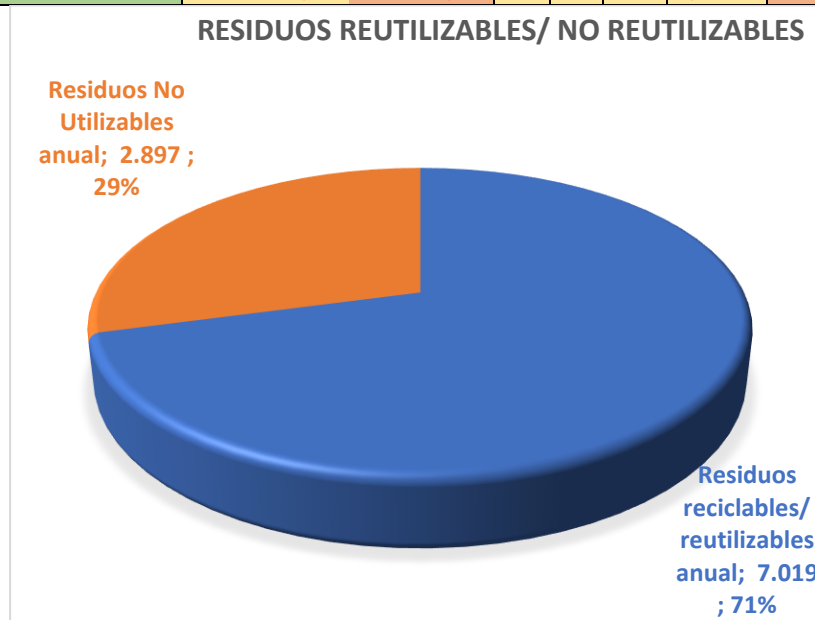


Figura 4, Gráfico del total porcentual anual de los residuos valorables y no valorables

El detalle de los residuos valorizables se puede apreciar tanto por fuente generadora como por tipo de residuos en los gráficos siguientes. Acá la fuente generadora de residuos reutilizables mayoritaria es el casino, seguido por laboratorios de docencia y los departamentos de matemáticas y física. Por su parte, los residuos reutilizables (valorizables) de mayor generación son el compostable, papel, plásticos, vidrio y latas de aluminio.

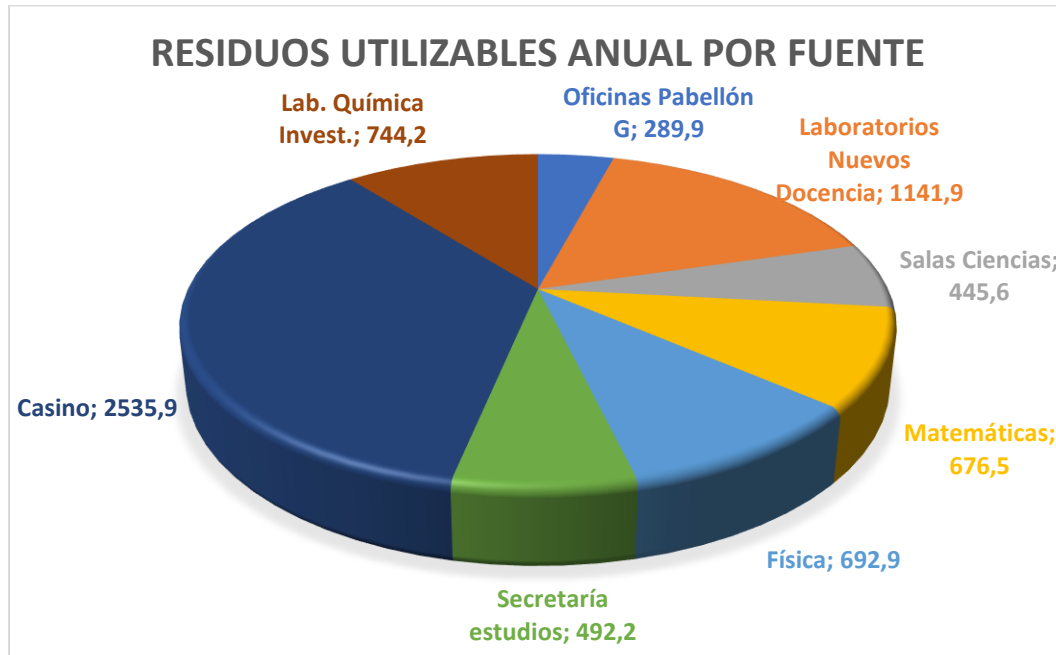


Figura 5, Gráfico del total (Kg) anual de los residuos valorables o reutilizables por fuente generadora.

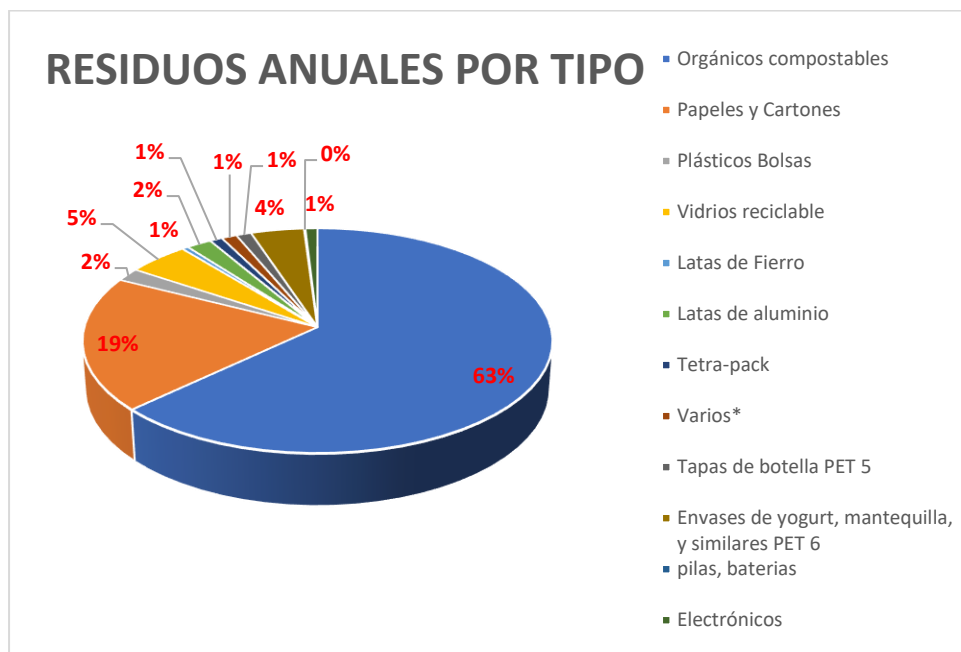


Figura 6, Gráfico del total porcentual anual de los residuos por tipo.

Por último, se presenta los resultados obtenidos en el levantamiento de los residuos de cinco laboratorios de investigación. Estos residuos son considerados como no valorizados (no reutilizables o reciclables) debido a que están contaminados o por ser restos de sustancias químicas. Es el caso de los tubos Ependorff, jeringas, filtros, guantes de látex, pipetas desechables, etc.

La presente tabla da cuenta de las cantidades proyectadas anuales separados en tres grandes grupos de residuos:

- Insumos de laboratorio: tubos Ependorff, jeringas, filtros, guantes de látex, pipetas desechables, etc.
- Insumos de oficina: Papel fotocopia, pilas y baterías, cartuchos de impresora, etc.
- Restos químicos: Residuos de mezclas acuosas u alcohólicas orgánicas e inorgánicas, ácidas o básicas (el cálculo de la masa se realiza con el volumen observado y la densidad igual a la del agua).

Tabla 4, Residuos generados anualmente en los laboratorios de investigación detallado por tipo de residuos.

	TOTAL DE RESIDUOS POR TIPO (Kg)			
	Insumos Lab.	Insumos Of.	Químicos	Total Res.(Kg)
Día	0,1	0,05	11,6	11,7
Mes	2,1	1,0	254,3	257,4
Año	33,5	16,6	4104,0	4154,1

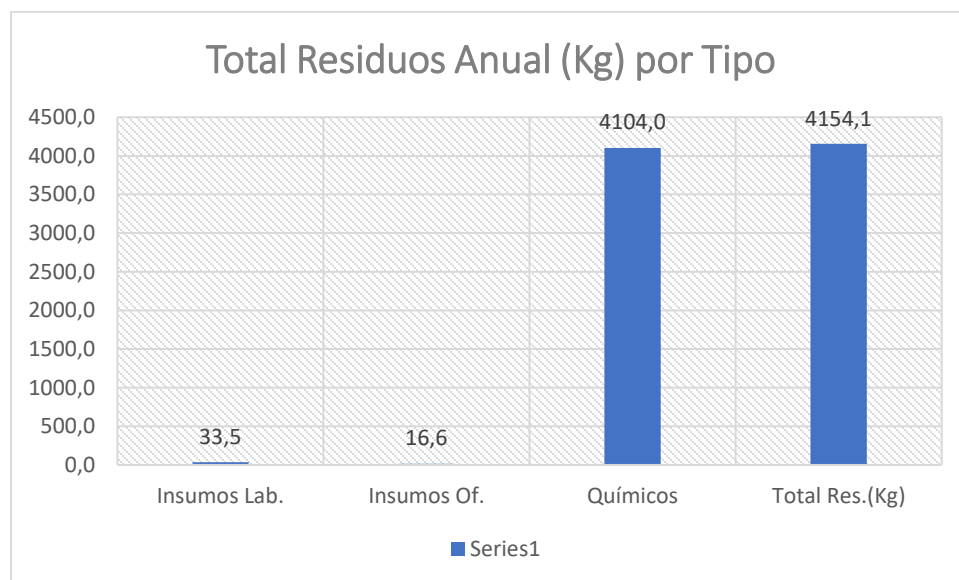


Figura 7, Gráfico del total anual de los residuos de laboratorio más representativos NO reutilizables.

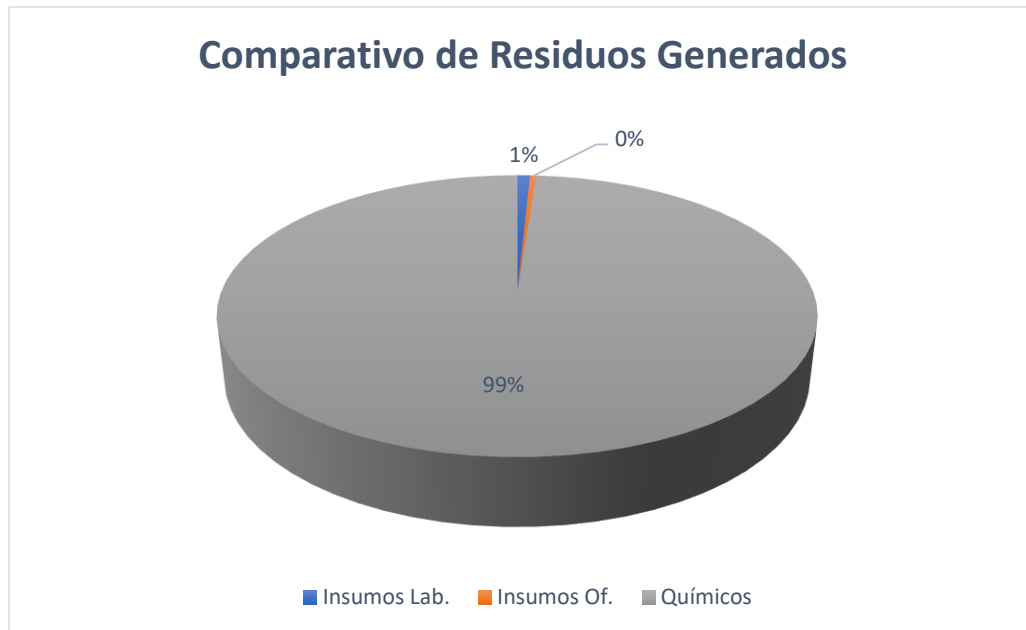


Figura 8, Gráfico porcentual anual de los residuos de laboratorio más representativos NO reutilizables.

Del gráfico 8 se desprende que el residuo mayoritario generado en los laboratorios son las mezclas acuosas u orgánicas de soluciones químicas.

4.2 Resultado Levantamiento de datos para RESPEL

Para definir qué residuos son peligrosos, se utiliza la definición dada en el decreto 148 donde dice que un desecho o una combinación de desechos se considera peligroso si puede representar una amenaza para la salud pública y/o el medio ambiente, ya sea de forma directa o por su manejo actual o previsto. Esto se debe a que exhiben alguna de las características que se señalan en el mismo decreto, esto es:

- a) toxicidad aguda,
- b) toxicidad crónica,
- c) toxicidad extrínseca,
- d) inflamabilidad,
- e) reactividad y
- f) corrosividad.

Se encuentra que en la bodega de residuos se utiliza una planilla donde se clasifican los residuos como:

Otros
Mezcla Orgánica (MO)
Acuoso Orgánico (AO)
Mezcla Inorgánica (MI)
Inflamable (I)
Clorado (C)
Tóxicos Peligrosos (TP)

Los tóxicos peligrosos (TP) son aquellos residuos que contengan cianuros, plomo, mercurio, formalina, acrilamida que son los utilizados en la FCs. En cuanto a la clasificación de Otros, se refiere a los envases plásticos o vidrio, guantes u otro material utilizado y que estén contaminados.

4.2.1 Datos de residuos químicos

En la siguiente tabla se resumen las cantidades generadas anualmente por cada uno de los tipos de residuos según la clasificación dada en la bodega de residuos. Debido a que son mezclas de residuos químicos (en agua o solventes orgánicos) generados en diferentes laboratorios tanto de docencia como de investigación, su grado o clasificación de peligrosidad no está bien definida, a excepción de los residuos inflamables y los tóxicos. Estos son dispuestos periódicamente a través de una empresa certificada, Hidronor Chile S.A.

Tabla 5, Residuos almacenados y generados por los laboratorios, detallado por tipo de residuos.

Clasificación del Residuo Químicos	Total Residuos(Kg)	Kg mensuales	Kg día	Días	Meses	Año	residuos anual
Otros	107,701	9,8	0,445	22	10	210	93,46
Mezcla Orgánica (MO)	880,61	80,1	3,639	22	11	232	844,22
Acuoso Orgánico (AO)	96,44	8,8	0,399	22	11	232	92,45
Mezcla Inorgánica (MI)	498,599	45,3	2,060	22	11	232	478
Inflamable (I)	136,35	12,4	0,563	22	11	232	130,72
Clorado (C)	62,7	5,7	0,259	22	11	232	60,11
Tóxicos Peligrosos (TP)	220,1	20,0	0,910	22	11	232	211
Total residuos químicos	2002,5	182	8,3				1910

En el siguiente gráfico se muestra la distribución porcentual de cada uno de los residuos químicos generados en la Facultad de Ciencias.

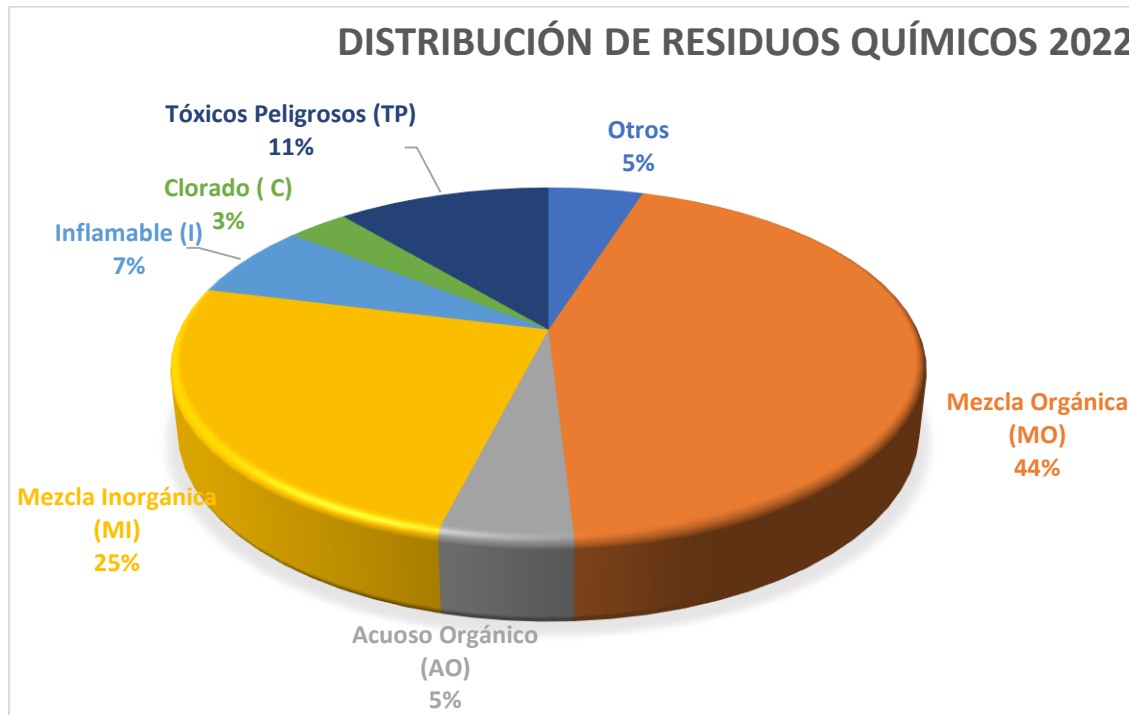


Figura 9, Gráfico del total porcentual anual de los residuos químicos manejados en la bodega central de la facultad según su clasificación.

4.2.2 Datos de residuos peligrosos sólidos

Los residuos mostrados en la tabla 6 se consideran peligrosos según el Decreto 148 debido a que están constituidos o fabricados a partir de elementos o compuestos considerados peligrosos según Título IX de dicha norma. De la misma manera, se consideran peligrosos aquellos residuos que estén o pudiesen estar contaminados con restos de sustancias químicas peligrosas como es el caso de los guantes de nitrilo.

Se encontró que algunos de estos residuos no cuentan con un retiro periódico, llegando a tener algunos más de un año de almacenamiento en la bodega de residuos.

Por otro lado, existen residuos considerados peligrosos por contener residuos contaminantes de origen biológico, como es el caso de las hojas de bisturí. Estas no cuentan actualmente con disposición final por lo que hay acumulados más de 8 kilogramos.

Tabla 6, Residuos sólidos peligrosos almacenados en bodega generados por las diferentes fuentes y detallado por tipo de residuos.

Residuos Peligrosos	Total Kg	Meses Acopio	Kg mensuales	Kg día	PROYECCIÓN ANUAL DE RESIDUOS FCs			
					Días	Meses	Año	residuos anual
tubos fluorescente grande TLD	43,04	6	7,17	0,326	22	11	232	75,6
tubos fluorescente chico	5,26	6	0,88	0,040	22	11	232	9,2
tubos fluorescente grande TLT	16,33	6	2,72	0,124	22	11	232	28,7
Ampolletas alto rendimiento	1,28	6	0,21	0,010	22	11	232	2,2
pilas2a	5,80	9	0,64	0,029	22	11	232	6,8
pila 3a	1,74	9	0,19	0,009	22	11	232	2,0
pila d	4,5	9	0,50	0,023	22	10	210	4,8
pilas c	0,72	9	0,08	0,004	22	10	210	0,8
otras pilas tipo reloj	0,106	12	0,01	0,000	22	10	210	0,1
baterías raras	0,8	12	0,07	0,003	22	12	254	0,8
baterías 9v	2,002	6	0,33	0,015	22	11	232	3,5
bolsa de Guantes	6,433	1	6,43	0,292	22	10	210	61,4
caja de Cortopunzantes	22080	28	789	36	22	11	232	8,316
	22.168		808	37				8.512

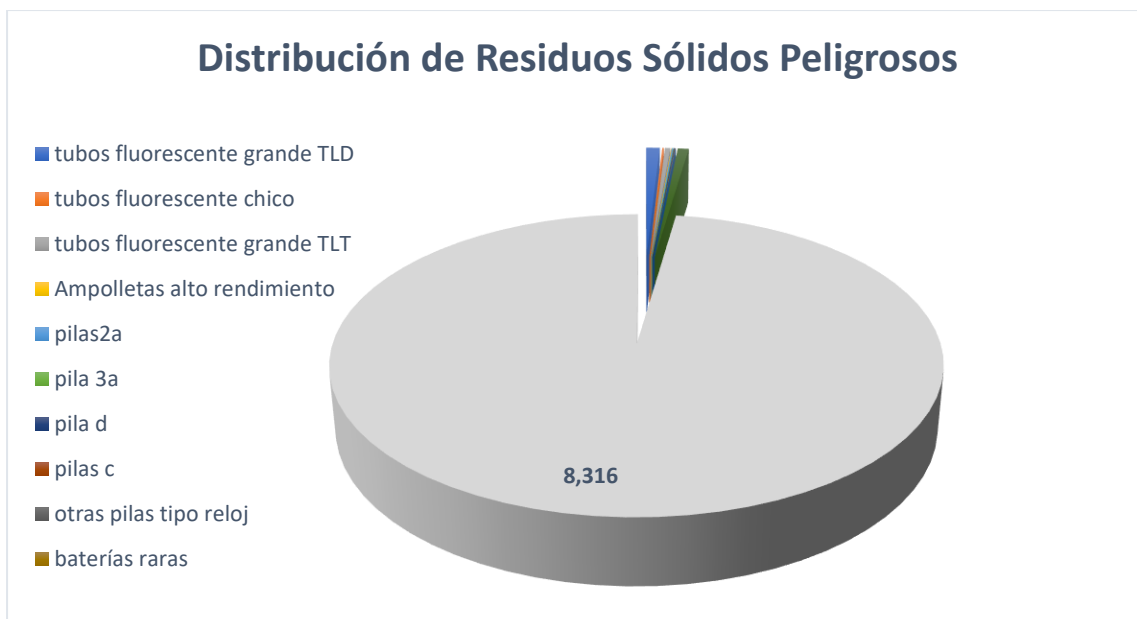


Figura 10, Gráfico del total porcentual anual de los residuos peligrosos sólidos manejados en la bodega central de la facultad según su clasificación.

V. ANÁLISIS DE LOS DATOS

El presente análisis de los datos presentados anteriormente tiene el objetivo de identificar la línea base de residuos generados que son valorizados y/o eliminados.

Este diagnóstico incluirá:

- Cantidad mensual de residuos generados (t/mes o m³/mes según corresponda) desagregadas.
- Diagrama de flujo de residuos, que abarque desde las operaciones o etapas en las que éstos se generan, hasta su valorización o eliminación, identificando aquellos puntos críticos de generación.
- Descripción de la gestión actual de los residuos clasificados, incluyendo como mínimo aspectos tales como generación, almacenamiento, separación, recolección y valorización o eliminación.
- Funcionamiento de sistemas de separación en origen, si corresponde.
- Análisis sobre cultura de hábitos y prácticas de separación, reconocimiento y almacenamiento segregado de residuos entre el personal de cada área.
- Análisis económico del sistema de manejo actual de residuos.
- Catastro de destinatarios y transportistas utilizados por residuo, indicando sus autorizaciones sanitarias y la distancia al lugar de disposición final.
- Identificación de oportunidades de mejora en la gestión de residuos.

5.1.- Análisis de las cantidades generadas de residuos desagregadas

Podemos de la tabla dos sacar un resumen de residuos sólidos tipo domiciliario generados en la facultad y resumir de la siguiente manera:

Categoría	Disposición en relleno (ton/año)
Latas Aluminio	0,14
Papel y cartón	1,35
Org. Compostable	4,38
Plástico	0,51
Envases Plásticos	0,13
Vidrios	0,33
Metales	0,04
Varios reciclables	0,4
Electrónicos menores	-
Otros	0,1
Total	7,4

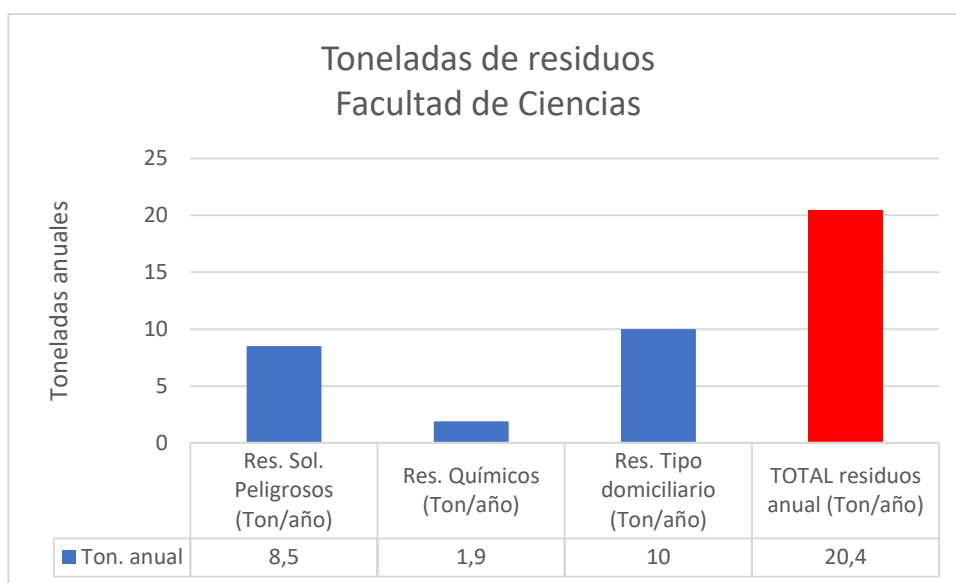
El gráfico 3 nos muestra que, del total de residuos generados, los clasificados como residuos compostables abarcan 63%, los papeles y cartones el 19% y los envases de vidrio y aluminio el 7%. Es decir, estos cuatro tipos de residuos llegan a ser el 90% del total de residuos tipo domiciliario generados en la Facultad de Ciencias y todos son reutilizables o reciclables. El total anual de residuos no peligrosos del tipo domiciliario generados, son aproximadamente 10 toneladas/año de las cuales más del 71% pueden revalorarse por procesos de reciclaje o por reutilización.

Referente a los residuos químicos y residuos sólidos peligrosos generados por las labores docentes y de investigación en la facultad, podemos ver que se generan un poco más de 1.9 toneladas anuales de residuos químicos de los cuales el 11% son tóxicos (0.2 ton/año) y 7% inflamables (0.13 ton/año), el resto corresponde a mezclas de sustancias orgánicas e inorgánicas.

Por otra parte, se generan 8.5 toneladas anuales (de tabla 6) de residuos sólidos peligrosos producto de las labores en los laboratorios y oficinas de la facultad, siendo los residuos cortopunzantes, tubos fluorescentes, ampollas, guantes de nitrilo y frascos de vidrio los que se generan en mayor cantidad.

Referentes a los residuos electrónicos, si bien se generan dentro de la facultad, estos son difícil de contabilizar, ya que se encuentran dispersos en toda la instalación y no se sabe si están dados de baja para tratarlos como residuos y poder disponerlos.

Cantidad de residuos Facultad de Ciencias	
Res. Sol. Peligrosos (Ton/año)	8,5
Res. Químicos (Ton/año)	1,9
Res. Tipo domiciliario (Ton/año)	10
TOTAL residuos anual (Ton/año)	20,4



De estas 20 toneladas anuales se puede revalorar aproximadamente el 36.3% con diferentes procesos, ya sea reciclar o reutilizar.

- Proceso de compostaje
- Reutilización directa de plásticos para fabricación de nuevos productos
- Reciclar plásticos, latas de aluminio y botellas para utilizar en talleres de manualidades y artesanías.
- Reciclar las latas de aluminio, papel y cartón con empresas externas
- Reciclar residuos eléctricos con empresas externas
- Donar residuos reciclables a instituciones de beneficencia como Hogar las Rosas, Damas de Marrón, entre otras.

5.2.- Diagrama de flujo de residuos

Gracias al levantamiento de la línea base de residuos se pudo determinar no sólo la cantidad y tipo de residuos, sino que también las fuentes generadoras dentro de la Facultad de Ciencias:

- Edificio Casino de Ciencia,
- Edificio de Matemática, sus oficinas y salas
- Edificio de Física, sus oficinas y salas
- Edificio Escuela de Pregrado, DAE
- Edificio del pabellón G
- Edificio Aularios Ciencias.
- Laboratorios antiguos de Investigación (barracas)
- Edificio Laboratorios de Docencia Experimental
- Edificio de Investigación de Química
- Edificios de Ecología 1 y 2
- Edificio Biología Milenio
- Edificio Centro de Equipamiento Mayor

En la actualidad se puede definir tres formas de disposición de los residuos, dependiendo de su naturaleza y fuente generadora.

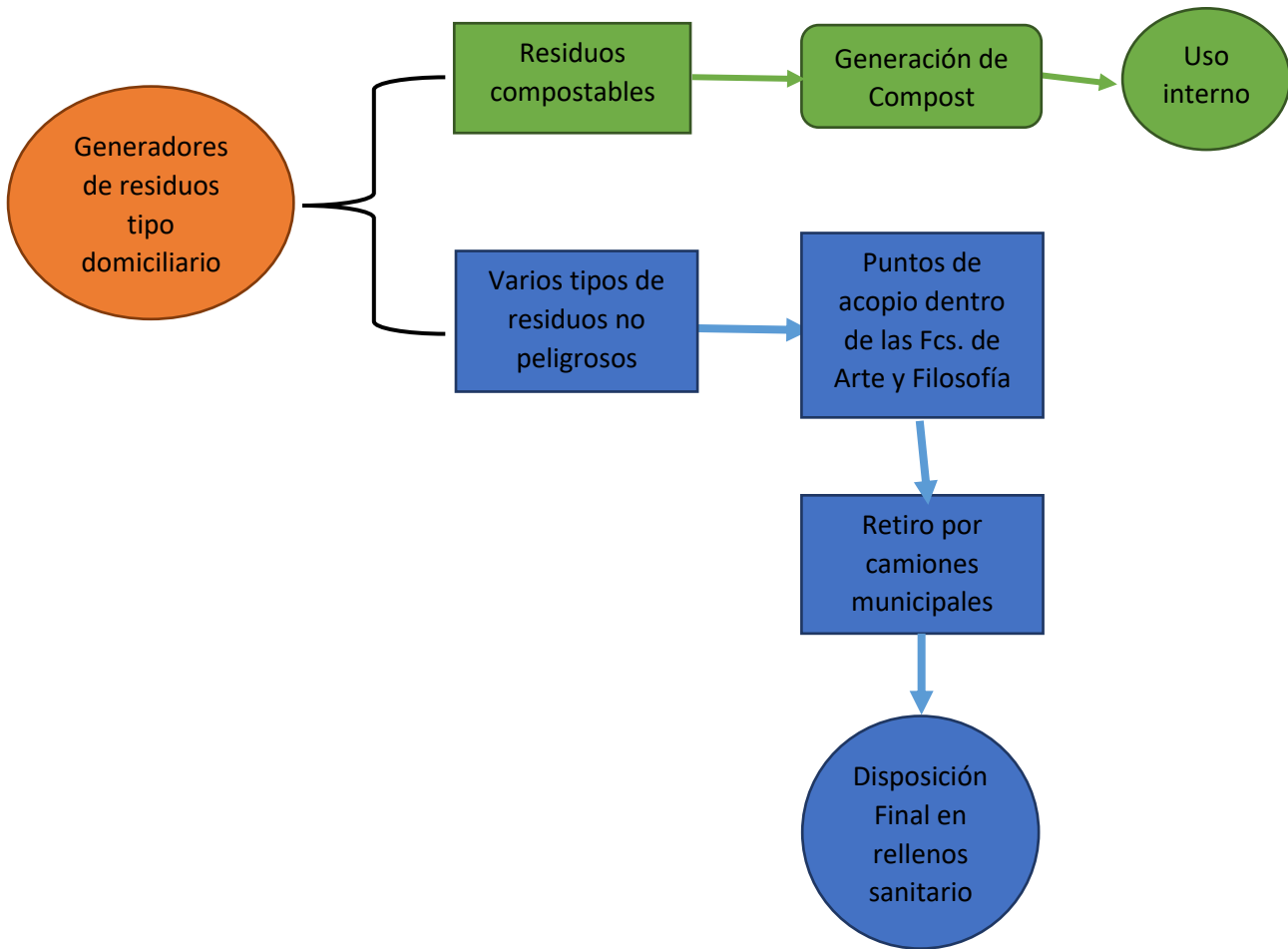
5.2.1 Residuos tipo domiciliario, de oficina y casino

En este tipo de residuos se consideran los desechos orgánicos alimenticios, papel, cartones, latas y botellas de líquidos bebestibles, envases plásticos y de cartón que contengan restos de

alimentos y similares. Desechos producidos en los servicios higiénicos, aguas servidas y grises.

Los residuos sólidos no peligrosos o de tipo domiciliario son dispuestos de manera convencional utilizando los servicios de una empresa externa de retiro municipal dos veces a la semana, quienes posteriormente trasladan el material hasta la estación de transferencia y planta de disposición final de KDM.

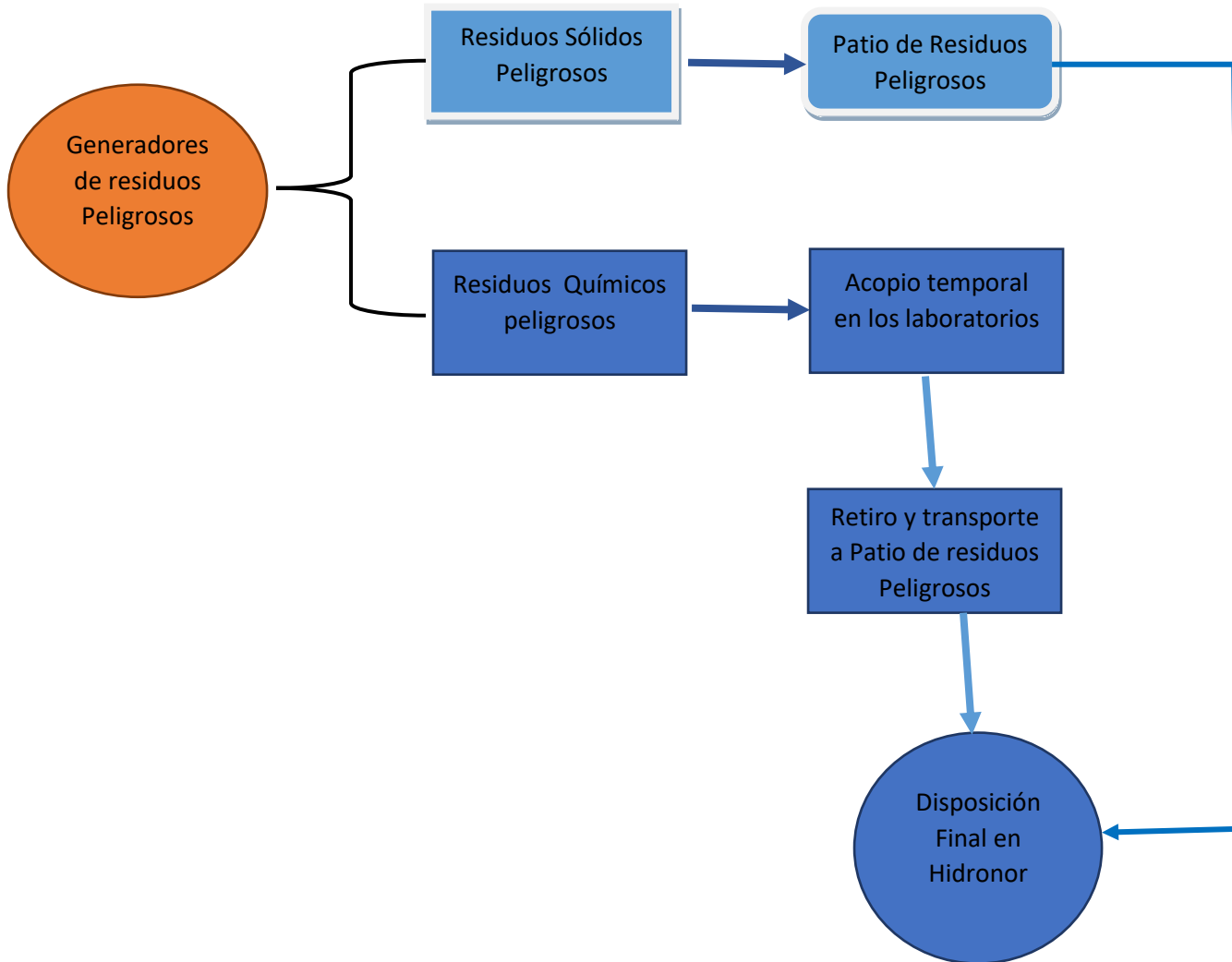
Una pequeña cantidad de los residuos orgánicos compostables son utilizados en las instalaciones internas de la facultad destinadas para generar Compost que es administrada directamente por un grupo de estudiantes para uso interno.



5.2.2 Residuos químicos y sólidos peligrosos de los laboratorios de docencia e investigación.

En este tipo de residuos se consideran los residuos o sobrantes de los laboratorios de docencia y de investigación: soluciones o mezclas de sustancias químicas, envases o envoltorios contaminados, utensilios o materiales plásticos o de vidrio que hayan contenido sustancias químicas o mezclas de ellas, desechos orgánicos vegetales que contengan sustancias químicas o manipuladas biológicamente. También son considerados peligrosos los tubos fluorescentes, tubos que contengan gases y sellados al vacío, pilas y baterías, elementos cortopunzantes y similares.

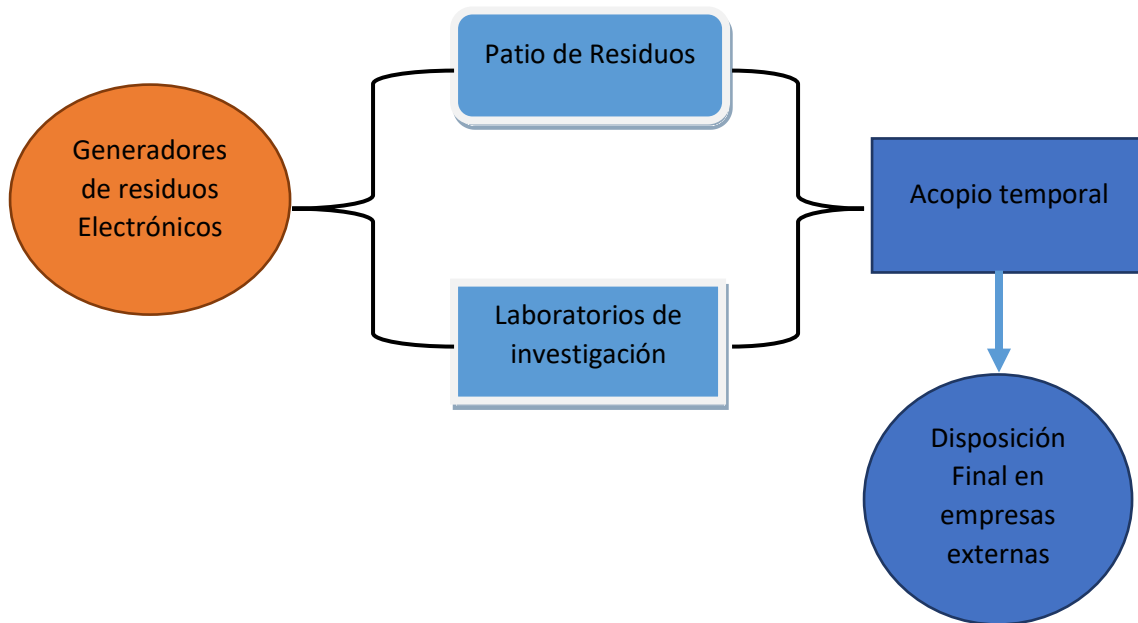
Los residuos químicos y sólidos peligrosos son almacenados por un tiempo (3 a 4 meses) en el patio de residuos peligrosos de la Bodega de Químicos de la facultad, para luego ser dispuestos con una empresa externa llamada Hidronor S.A.



5.2.3 Residuos electrónicos generados en toda la facultad

En este tipo de residuos se consideran los instrumentos, herramientas, maquinarias o electrodomésticos que contengan partes eléctricas y/o electrónicas y que hayan sido dado de baja por cualquier motivo y no estén en uso. También caen en esta clasificación los restos o partes que contengan elementos electrónicos.

Los residuos electrónicos generados en todas las unidades funcionales de la facultad son dispuestos utilizando los servicios de una empresa externa de retiro, ya sea de forma interna o a través de las campañas anuales de “Reciclato” organizada por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Institución.



5.3 Gestión actual de los residuos clasificados y Funcionamiento de sistemas de separación en origen, si corresponde.

Actualmente la Facultad de Ciencias no tiene ningún plan establecido de clasificación ni separación de los residuos en su origen. Sin embargo, existe un grupo de estudiantes que se organizaron y construyeron una compostera y lombricera donde van procesando parte de los desechos orgánicos que son compostables.

Por otro lado, desde hace dos años la facultad participa de las jornadas de reciclaje de residuos electrónicos llevando una pequeña parte de lo generado a las instalaciones de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Institución. Sin embargo, esto se realiza en forma espontánea por un grupo de personas sin ninguna programación o planeación mayor, por lo que hay una gran brecha que superar en este tema.

5.4 Análisis sobre cultura de hábitos y prácticas de separación, reconocimiento y almacenamiento segregado de residuos entre el personal de cada área.

A pesar de las tibias iniciativas realizadas en los últimos años para desagregar los residuos desde las fuentes, no se ha logrado concretar un plan más robusto e integral de manejo de éstos. Actualmente existen instalados, en varios sectores de la facultad,

puntos locales de separación de residuos (3 tachos de colores para plásticos, latas y vidrios) los que, por diferentes razones, no están cumpliendo las funciones por la cual fueron instaladas. No se aprecia una cultura de desagregación permanente de los residuos y, en menor medida, la reutilización o reciclaje de éstos.

Si bien es cierto, la facultad cuenta con un sector donde los estudiantes han instalado un compostaje, este es administrado y sostenido exclusivamente por ellos y no cuentan con un plan de manejo estructurado por parte de la facultad, por lo que no se ha evaluado su rendimiento, ni valorizado los residuos reutilizados para el compostaje.

5.5 Análisis económico del sistema de manejo actual de residuos.

Para la evaluación económica del sistema actual de manejo de residuos se contempla los dos mecanismos actuales de disposición de residuos: disposición en vertederos por la municipalidad y disposición final con Hidronor de los residuos químico y sólidos peligrosos.

Según la página WEB de la Municipalidad de Ñuñoa la tarifa anual es de 0,891 UTM Respecto a Hidronor, la facultad mantiene un contrato de 24.45 UF más iva por cada retiro, los que pueden llegar a ser 4 al año.

5.6 Catastro de destinatarios y transportistas utilizados por residuo, indicando sus autorizaciones sanitarias y la distancia al lugar de disposición final.

Residuo	Empresa de disposición	Lugar de disposición	Distancia al lugar de disposición (Km)
Latas Aluminio	Empresa KDM	Estación de Transferencia Quilicura Región Metropolitana	44.5
Papel y cartón	Empresa KDM	Estación de Transferencia Quilicura Región Metropolitana	44.5
Org. Compostable	Empresa KDM	Estación de Transferencia Quilicura Región Metropolitana	44.5
Botellas Plásticas	Empresa KDM	Estación de Transferencia Quilicura Región Metropolitana	44.5
Envases Plásticos	Empresa KDM	Estación de Transferencia Quilicura Región Metropolitana	44.5

Envases de Vidrios	Empresa KDM	Estación de Transferencia Quilicura Región Metropolitana	44.5
Electrónicos	Chilenter	Compañía 4365 Quinta Normal	17
Residuos químicos y peligrosos	Hidronor	Vizcaya 16907, Pudahuel	51

5.7 Identificación de oportunidades de mejora en la gestión de residuos

Tomando en cuenta los datos levantados y los análisis realizados se puede identificar varias oportunidades de mejora con el objetivo de realizar un manejo más efectivo de los residuos generados por las diferentes fuentes detectadas y poder realizar un plan de reutilización y/o reciclaje de algunos de estos residuos.

- A pesar de existir puntos locales de segregación de residuos por todo el campus, éstos son administrados por la Administración de Campus, por lo que no hay control sobre su funcionamiento. Por esta razón, se recomienda que, al momento de realizar campañas de reciclaje en la Facultad de Ciencias, se coloquen tachos identificados para la segregación en diferentes espacios administrados por la facultad.
- Utilizar la línea base realizada para planificar con mayor eficiencia la segregación, acopio y disposición final de éstos.
- Contar con un sector de acopio temporal para realizar las actividades necesarias para poder ordenar, segregar y pesar(contabilizar) los diferentes tipos de residuos tratados.
- Instaurar un indicador que de cuenta de la evolución y efectividad del Plan de Manejo de los diferentes residuos.
- Contar con un programa de trabajo tendiente a:
 - Disminuir los residuos que son dispuestos
 - Aumentar el número y tipo de residuos que serán revalorados por su reuso o reciclaje.
 - Aumentar la concientización y la cultura en el reciclaje y reutilización de los residuos.

