



Gobierno del Estado Plurinacional de
BOLIVIA
Ministerio de
Planificación del Desarrollo

INFORME FINAL

Producto 3

(4ta. Versión corregida)

**"FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL – ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PARA UNA
PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE BASURA EN LA
CIUDAD DE LA PAZ, COMO POSIBLE FUENTE DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA, EN EL MARCO DE LA
PROMOCIÓN Y ATRACCIÓN DE INVERSIONES"**

SP No. MPD/VPPE/DGPIEP/SC/SD/01/2019

EJECUTORA:



La Paz, septiembre de 2020

“FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL – ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PARA UNA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, COMO POSIBLE FUENTE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, EN EL MARCO DE LA PROMOCIÓN Y ATRACCIÓN DE INVERSIONES”
SP No. MPD/VPEE/DGPIEP/SC/SD/01/2019

Documento elaborado por encargo de:
MINISTERIO DE PLANIFICACION PARA EL DESARROLLO
VICEMINISTERIO DE PLANIFICACION ESTRATEGICA

Personal de la MPD

Lic. Jorge Ramallo Gonzales	SUPERVISOR – MPD VPEE
Lic. Álvaro Gutiérrez Clavijo	SUPERVISOR – MPD VPEE

Personal del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

Lic. Ronald Pereira Peña	SUPERVISOR – GAMLP SMGA
--------------------------	-------------------------

Personal del Equipo Consultor

Ing. Fernando Rojas Jurado	Gerente General
Ing. Cecilia Gumiel Alcázar	Coordinador del Proyecto
Ing. Maddy Zabala Eid	Especialista en Residuos Sólidos
Ing. Soledad Villalobos Chambi	Responsable de Recolección y cuarteo
Ing. Yanysleyky Moreno	Especialista en SIG
Ing. Co. Luis Eduardo Martínez	Responsable Sistematización
Ing. Fernando Averanga Gonzales	Técnico Ambiental
Ing. Marcela Canaza Dorado	Técnico Ambiental

La Paz, septiembre de 2020

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	16
INTRODUCCION	21
I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	21
1.1. OBJETIVO GENERAL	21
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
1.3. ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN PREVIOS	22
2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	24
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	25
2.1.1. <i>Características generales del área de estudio</i>	25
2.1.2. <i>Delimitación geográfica del área de estudio</i>	26
2.1.3. <i>Actividades económicas principales en el área de estudio</i>	26
2.1.4. <i>Determinación y proyección de la población actual</i>	30
2.2. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE MUESTRAS	31
2.2.1. <i>Determinación del número de muestra en fuente domiciliaria por estratos</i>	32
2.2.2. <i>Determinación del número de muestra en fuente no domiciliaria</i>	34
2.2.3. <i>Distribución espacial de las muestras de fuente domiciliaria y no domiciliaria</i>	36
2.3. ORGANIZACIÓN PARA EL ESTUDIO	38
2.3.1. <i>Coordinación general</i>	38
2.3.2. <i>Conformación y capacitación del equipo de trabajo</i>	38
2.3.3. <i>Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio</i>	44
2.3.4. <i>Sensibilización, empadronamiento y encuesta a viviendas seleccionadas</i>	50
2.3.5. <i>PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE</i>	60
2.4. EJECUCION DEL ESTUDIO.....	62
2.4.1. <i>RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN FUENTES DOMICILIARIAS</i>	63
2.4.2. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS EN FUENTES NO DOMICILIARIAS</i>	70
2.4.3. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS COMERCIALES - RUBRO MERCADOS</i>	73
2.4.4. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS COMERCIALES – EXPENDIOS DE COMIDA</i>	82
2.4.5. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS COMERCIALES – SERVICIOS DE HOSPEDAJE</i>	91
2.4.6. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS INSTITUCIONALES–INSTITUCIONES</i>	98
2.4.7. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS INSTITUCIONALES– ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS</i>	105
2.4.8. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS – ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS</i>	115
2.4.9. <i>RECOLECCION DE MUESTRAS - INDUSTRIAS</i>	120
2.4.10. <i>Determinación del peso volumétrico de residuos no domiciliarios</i>	128
2.4.11. <i>Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios</i>	128
2.4.12. <i>REGISTRO DE TOMA DE MUESTRAS</i>	132
2.5. SUPERVISIÓN POR EL GAMLP.....	137
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	139
3.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE FUENTE DOMICILIARIA	140
3.1.1. <i>CARACTERÍSTICAS GENERALES</i>	140
3.1.2. <i>GENERACIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</i>	141
3.1.3. <i>PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</i>	146
3.1.4. <i>DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</i>	147
3.1.5. <i>COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</i>	149
3.1.6. <i>Análisis espacial de la generación de residuos sólidos de fuente domiciliaria</i>	158

3.1.7.	<i>Resultados de aplicación de encuestas en fuentes domiciliarias</i>	160
3.2.	RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE FUENTE NO DOMICILIARIA.....	174
3.2.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES – RUBRO COMERCIAL.....	175
3.2.2.	GENERACION PER CÁPITA.....	175
3.2.3.	PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN EN RUBRO COMERCIAL.....	182
3.2.4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES - EXPENDIOS DE COMIDA.....	183
3.2.5.	GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA ...	192
3.2.6.	PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS EN EXPENDIOS DE COMIDA.....	194
3.2.7.	CARACTERÍSTICAS GENERALES - SERVICIO DE HOSPEDAJES.....	195
3.2.8.	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RUBRO DE SERVICIO DE HOSPEDAJES.....	201
3.2.9.	PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS PROVENIENTES DE HOSPEDAJES.....	202
	RUBRO INSTITUCIONALES.....	204
3.2.10.	CARACTERÍSTICAS GENERALES - INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS.....	205
3.2.11.	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE FUENTE INSTITUCIONAL PÚBLICAS Y PRIVADAS.....	211
3.2.12.	PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS DE FUENTE INSTITUCIONAL.....	211
3.2.13.	CARACTERÍSTICAS GENERALES - UNIDADES EDUCATIVAS.....	212
3.2.14.	GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.....	219
3.2.15.	PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVAS 220	
3.2.16.	CARACTERÍSTICAS GENERALES – ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	222
3.2.17.	GENERACIÓN POR TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS – ESTABLECIMIENTO DE SALUD.....	226
3.2.18.	COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	227
3.2.19.	PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS.....	230
3.2.20.	CARACTERÍSTICAS GENERALES - INDUSTRIAS.....	232
3.2.21.	GENERACIÓN DE RESIDUOS EN INDUSTRIAS.....	240
3.2.22.	PROYECCIÓN DE GENERACIÓN EN INDUSTRIAS GRANDES, MEDIANAS Y PEQUEÑAS.....	240
3.2.23.	PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DE FUENTES NO DOMICILIARIAS.....	241
3.2.24.	COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS.....	244
3.3.	RESULTADOS GENERALES DE LA CARACTERIZACIÓN.....	252
3.3.1.	GENERACIÓN TOTAL Y GENERACIÓN PER CÁPITA TOTAL.....	253
3.3.2.	DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y OTROS MUNICIPALES.....	257
3.3.3.	COMPOSICIÓN GENERAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.....	258
3.3.4.	PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA PAZ.....	265
IV.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	268
4.1.	RESUMEN DE PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA PAZ.....	269
4.1.1.	<i>Generación de residuos</i>	269
4.1.2.	<i>Densidad de los residuos</i>	269
4.1.3.	<i>Composición física de los residuos</i>	269
4.1.4.	<i>Cenizas</i>	269
4.1.5.	<i>Humedad</i>	269
4.1.6.	<i>Poder calorífico</i>	269
4.1.7.	<i>Comparación de la composición física con otros países</i>	269
4.2.	CONTEXTO MUNDIAL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA.....	270
4.3.	EXPERIENCIAS INTERNACIONALES.....	271
4.3.1.	<i>Incineración</i>	271
4.3.2.	<i>Pirólisis</i>	272
4.3.3.	<i>Degradación anaeróbica</i>	273
4.4.	TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS.....	274
4.5.	MARCO LEGAL BOLIVIANO.....	277
4.6.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	279

4.6.1.	Generalidades.....	279
4.6.2.	Captura de gas de relleno sanitario.....	282
4.6.3.	Coprocesamiento – combustible derivado de los residuos.....	285
4.6.4.	Biometanización.....	287
4.6.5.	Incineración (Combustion).....	292
4.7.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.....	298
4.7.1.	Datos a considerar en el análisis de alternativas.....	300
4.7.2.	Evaluación criterio técnicos técnica.....	300
4.7.2.6.	Tiempos y distancias de transporte adicionales de los RSU a plantas de aprovechamiento energético de residuos.....	304
4.7.3.	Evaluación Criterio Madurez tecnológica.....	308
4.7.4.	Evaluación criterio económico.....	309
4.7.5.	Evaluación criterio social.....	310
4.7.6.	Evaluación criterios legales.....	311
4.7.7.	Evaluación de criterios ambientales.....	312
4.7.8.	Resultados de análisis de alternativas.....	314
4.8.	ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO ADICIONALES.....	315
4.8.1.	Relleno sanitario seco.....	315
4.8.2.	MBT – tratamiento mecánico biológico aeróbico.....	316
V.	CONCLUSIONES.....	317
VI.	RECOMENDACIONES.....	320
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	321
VIII.	ANEXOS.....	322

Índice de Tablas

TABLA NO. 1	DATOS DE GENERACIÓN HISTÓRICO, CIUDAD DE LA PAZ.....	22
TABLA NO. 2	COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS 2001 VS 2008.....	23
TABLA NO. 3	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA METROPOLITANA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ.....	25
TABLA NO. 4	CENTROS DE ABASTECIMIENTO, CIUDAD DE LA PAZ.....	27
TABLA NO. 5	ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA, CIUDAD DE LA PAZ.....	27
TABLA NO. 6	UNIVERSO ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE, CIUDAD DE LA PAZ.....	28
TABLA NO. 7	CANTIDAD DE ALUMNOS POR NIVEL EDUCATIVO, CIUDAD DE LA PAZ.....	28
TABLA NO. 8	UNIDADES EDUCATIVAS POR TAMAÑO, CIUDAD DE LA PAZ.....	28
TABLA NO. 9	ENTIDADES FINANCIERAS, CIUDAD DE LA PAZ.....	29
TABLA NO. 10	ESTABLECIMIENTO DE SALUD POR NIVEL, CIUDAD DE LA PAZ.....	29
TABLA NO. 11	OTROS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	29
TABLA NO. 12	INDUSTRIAS, CIUDAD DE LA PAZ.....	30
TABLA NO. 13	DATO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2019 POR DISTRITO MUNICIPAL, CIUDAD DE LA PAZ.....	30
TABLA NO. 14	CANTIDAD DE MUESTRAS POR DISTRITOS.....	33
TABLA NO. 15	DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS POR DISTRITO MUNICIPAL Y NIVEL SOCIOECONÓMICO.....	33
TABLA NO. 16	CANTIDAD DE MUESTRAS NO DOMICILIARIAS.....	34
TABLA NO. 17	CANTIDAD DE MUESTRAS DE MERCADOS POR TIPO DE GENERADOR.....	34
TABLA NO. 18	CANTIDAD DE MUESTRAS PARA EXPENDIO DE COMIDAS POR GENERADOR.....	34
TABLA NO. 19	CANTIDAD DE MUESTRAS ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE.....	35
TABLA NO. 20	DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS POR TAMAÑO.....	35
TABLA NO. 21	DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS EN INSTITUCIONES.....	35
TABLA NO. 22	DISTRIBUCION DE MUESTRAS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD POR TIPO Y NIVEL.....	35

TABLA No. 23 DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR TAMAÑO DE INDUSTRIA	36
TABLA No. 24 FUNCIONES DEL EQUIPO DE TRABAJO.....	43
TABLA No. 25 PARÁMETROS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS	53
TABLA No. 26 DETALLE DE TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE RESIDUOS	54
TABLA No. 27 TIPO DE RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS CUANTIFICADOS.....	54
TABLA No. 28 ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS POR MACRODISTRITO	57
TABLA No. 29 DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS POR DISTRITOS Y MACRODISTRITOS	63
TABLA No. 30 FUENTES GENERADORAS NO DOMICILIARIAS.....	70
TABLA No. 31 LISTADO DE PARTICIPANTES REUNIÓN DE COORDINACIÓN	71
TABLA No. 32 CANTIDAD DE MUESTRAS DE ESTABLECIMIENTOS DE CONSUMO MASIVO	73
TABLA No. 33 SUPERMERCADOS QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	77
TABLA No. 34 MICROMERCADOS QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	77
TABLA No. 35 MERCADOS QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	77
TABLA No. 36 CUADRO RESUMEN DE ESTABLECIMIENTOS DE CONSUMO MASIVO TRABAJADOS PARA EL ESTUDIO.	78
TABLA No. 37 MUESTRAS CONSIDERADAS PARA EXPENDIOS DE COMIDA	88
TABLA No. 38 CANTIDAD DE MUESTRAS EN ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE	91
TABLA No. 39 ALOJAMIENTOS QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	93
TABLA No. 40 HOSTALES QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	94
TABLA No. 41 HOTELES QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	94
TABLA No. 42 MOTELES QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	95
TABLA No. 43 RESIDENCIALES QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	95
TABLA No. 44 CUADRO RESUMEN DE ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE TRABAJADOS PARA EL ESTUDIO	95
TABLA No. 45 CANTIDAD DE MUESTRAS DE INSTITUCIONES.....	98
TABLA No. 46 UNIVERSIDADES QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO.....	106
TABLA No. 47 INSTITUTOS QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO.....	106
TABLA No. 48 UNIDADES EDUCATIVAS QUE TRABAJARON EN EL ESTUDIO	107
TABLA No. 49 CUADRO RESUMEN DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.	108
TABLA No. 50 MAPA DE ESTABLECIMIENTOS DE CONSUMO MASIVO TRABAJADOS PARA EL ESTUDIO.....	109
TABLA No. 51 LISTADO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	116
TABLA No. 52 SUBCLASES DE RESIDUOS CONSIDERADOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.	120
TABLA No. 53 LISTADO DE PARTICIPANTES REUNIÓN DE COORDINACIÓN.....	121
TABLA No. 54 CANTIDAD DE MUESTRAS EN ESTABLECIMIENTOS DE INDUSTRIAS	121
TABLA No. 55 CUADRO RESUMEN DE INDUSTRIAS CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO	125
FIGURA No. 56 MAPA DE INDUSTRIAS CONSIDERADAS PARA EL ESTUDIO	127
TABLA No. 57 TOMA DE MUESTRAS FUENTES NO DOMICILIARIAS	137
TABLA No. 58 CANTIDAD DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN	140
TABLA No. 59 POBLACIÓN POR MACRODISTRITO	140
TABLA No. 60 POBLACIÓN POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO, CIUDAD DE LA PAZ	141
TABLA No. 61 GENERACIÓN PER CÁPITA POR DISTRITO MUNICIPAL, CIUDAD DE LA PAZ.....	141
TABLA No. 62 PPC POR MACRODISTRITO	143
TABLA No. 63 GENERACIÓN PER CÁPITA POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO.....	144
TABLA No. 64 CALCULO DE PPC PONDERADO	145
TABLA No. 65 COMPARACIÓN DEL PPC CON ESTUDIO PREVIO	145
TABLA No. 66 CÁLCULO ÍNDICE DE CRECIMIENTO PPC _{PP}	146
TABLA No. 67 PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS FUENTE DOMICILIARIAS	147
TABLA No. 68 DENSIDAD DE LOS RESIDUOS ESTRATO ALTO (KG/M3).....	147
TABLA No. 69 PESO VOLUMÉTRICO ESTRATO MEDIO (KG/M3).....	148
TABLA No. 70 PESO VOLUMÉTRICO ESTRATO BAJO (KG/M3)	148
TABLA No. 71 PESO VOLUMÉTRICO GENERAL PARA LA CIUDAD DE LA PAZ.....	149
TABLA No. 72 CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS ESTRATO ALTO (KG -%)	149
TABLA No. 73 CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS ESTRATO MEDIO (KG -%)	151

TABLA NO. 74 CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS ESTRATO BAJO (KG -%)	152
TABLA NO. 75 PORCENTAJE DE TIPOS DE RESIDUOS POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO.....	153
TABLA NO. 76 DETALLE DE SUBPRODUCTOS POR POTENCIAL APROVECHABLE	156
TABLA NO. 77 RESUMEN DE POTENCIAL APROVECHABLE DE FUENTE DOMICILIARIA	157
TABLA NO. 78 RESULTADOS DE ENCUESTAS EN FUENTES DOMICILIARIAS	160
TABLA NO. 79 GENERACIÓN PER CÁPITA SEGÚN LOS SECTORES DE CADA MERCADO (KG/PUESTO. DÍA).....	175
TABLA NO. 80 ESPECIFICACIONES DE LOS RUBROS CONSIDERADOS PARA EL ESTUDIO	176
TABLA NO. 81 GENERACIÓN DE RESIDUOS VENDEDORES EN VÍAS PUBLICAS	178
TABLA NO. 82 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE MERCADOS	178
TABLA NO. 83 GENERACIÓN DE RESIDUOS EN SUPERMERCADOS	179
TABLA NO. 84 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN MICRO MERCADOS	180
TABLA NO. 85 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS DE SUPERMERCADOS Y MICROMERCADOS.....	180
TABLA NO. 86 PROYECCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CONSUMO MASIVO	182
TABLA NO. 87 GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LAS DISTINTAS ACTIVIDADES COMERCIALES.....	183
TABLA NO. 88 DETALLE DE GENERACIÓN POR SUB RUBRO EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA	184
TABLA NO. 89 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA.....	187
TABLA NO. 90 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA.....	192
TABLA NO. 91 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EXPENDIOS DE COMIDA	193
TABLA NO. 92 PROYECCIÓN ANUAL DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA.....	194
TABLA NO. 93 ANÁLISIS DE INDICADORES DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA	194
TABLA NO. 94 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ESTABLECIMIENTOS HOSPEDAJE	195
TABLA NO. 95 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS EN SERVICIOS DE HOSPEDAJE	196
TABLA NO. 96 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR TIPO DE HOSPEDAJE.....	201
TABLA NO. 97 INDICADORES DE GENERACIÓN EN ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE POR EMPLEADO Y HOSPEDADO	203
TABLA NO. 98 INDICADORES DE GENERACIÓN EN INSTITUCIONES.....	205
TABLA NO. 99 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS EN INSTITUCIONES	207
TABLA NO. 100 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS KG/DÍA EN FUENTE INSTITUCIONAL.....	211
TABLA NO. 101 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS	211
TABLA NO. 102 PROYECCIÓN ANUAL DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN FUENTE INSTITUCIONAL	212
TABLA NO. 103 ANÁLISIS DE INDICADORES DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE FUENTE INSTITUCIONAL.....	212
TABLA NO. 104 ANÁLISIS DE INDICADORES DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE FUENTE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.	212
TABLA NO. 105 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	214
TABLA NO. 106 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS KG/DÍA EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	219
TABLA NO. 107 PROYECCIÓN ANUAL DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	220
TABLA NO. 108 GENERACIÓN POR TIPO DE RESIDUOS Y TIPO DE ESTABLECIMIENTO	222
TABLA NO. 109 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS EN INDUSTRIAS.....	223
TABLA NO. 110 GENERACIÓN DE RESIDUOS POR TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE SALUD	226
TABLA NO. 111 GENERACION DIARIA POR TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE SALUD	227
TABLA NO. 112 TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.	228
TABLA NO. 113 GENERACIÓN POR PACIENTE DIA POR CLASE DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTO DE SALUD	229
TABLA NO. 114 PROYECCIÓN DE GENERACIÓN POR TIPO ESTABLECIMIENTO DE SALUD	230
TABLA NO. 115 RESULTADOS DE PPC EN INDUSTRIAS GRANDES MUESTREADAS.....	232
TABLA NO. 116 RESULTADOS DE PPC EN INDUSTRIAS MEDIANAS MUESTREADAS	233
TABLA NO. 117 RESULTADOS DE PPC EN INDUSTRIAS PEQUEÑAS MUESTREADAS	234
TABLA NO. 118 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ENCUESTAS EN INDUSTRIAS.....	236
TABLA NO. 119 PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN INDUSTRIAS	241
TABLA NO. 120 INDICADORES DE GENERACIÓN EN INDUSTRIAS	241
TABLA NO. 121 DENSIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE.....	241
TABLA NO. 122 DENSIDAD DE RESIDUOS EN EXPENDIO DE COMIDA	242
TABLA NO. 123 DENSIDAD EN CONSUMO MASIVO	242
TABLA NO. 124 DENSIDAD INSTITUCIONES PUBLICA Y PRIVADAS	242

TABLA NO. 125 DENSIDAD DE RESIDUOS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.....	242
TABLA NO. 126 DENSIDAD DE RESIDUOS EN INDUSTRIAS.....	242
TABLA NO. 127 RESUMEN DE DENSIDAD DE FUENTES NO DOMICILIARIA.....	243
TABLA NO. 128 DENSIDAD DE RESIDUOS GENERAL PONDERADA DE FUENTES NO DOMICILIARIAS	243
TABLA NO. 129 COMPOSICIÓN FÍSICA POR FUENTE NO DOMICILIARIA	244
TABLA NO. 130 COMPOSICIÓN FÍSICA PONDERADA DE FUENTES NO DOMICILIARIAS	246
TABLA NO. 131 POTENCIAL APROVECHABLE POR FUENTE NO DOMICILIARIA	248
TABLA NO. 132 RESUMEN DE POTENCIAL APROVECHABLE DE FUENTE NO DOMICILIARIA	249
TABLA NO. 133 GENERACIÓN TOTAL DE FUENTE DOMICILIARIA	253
TABLA NO. 134 GENERACIÓN DE FUENTE DOMICILIARIA URBANA Y RURAL PROYECTADA.....	254
TABLA NO. 135 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE FUENTES NO DOMICILIARIAS.....	254
TABLA NO. 136 GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE LA PAZ.....	255
TABLA NO. 137 CALCULO DE GENERACIÓN PER CÁPITA MUNICIPAL TOTAL	256
TABLA NO. 138 DATOS DE INGRESOS A DISPOSICIÓN FINAL ENERO 2018 A DICIEMBRE 2019	256
TABLA NO. 139 CALCULO DE COBERTURA EN PESO DE RECOLECCIÓN VS GENERACIÓN	257
TABLA NO. 140 DENSIDAD DE LOS RESIDUOS PONDERADA GENERAL PARA LA CIUDAD.....	258
TABLA NO. 141 COMPOSICIÓN FÍSICA PONDERADA GENERAL DE LA CIUDAD	258
TABLA NO. 142 COMPOSICIÓN FÍSICA GENERAL CLASIFICADA POR POTENCIAL APROVECHABLE, CARACTERÍSTICA Y GESTIÓN OPERATIVA	260
TABLA NO. 143 CANTIDAD DE RESIDUOS APROVECHABLES POR TIPO.....	263
TABLA NO. 144 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS POR SU CARACTERÍSTICA.....	263
TABLA NO. 145 CLASIFICACIÓN POR GESTIÓN OPERATIVA.....	264
TABLA NO. 146 PARÁMETRO FÍSICO QUÍMICOS DE FUENTE DOMICILIARIA	265
TABLA NO. 147 RESULTADOS ANÁLISIS LABORATORIOS FUENTES NO DOMICILIARIOS.....	266
TABLA NO. 148 CALCULO PONDERADOS DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	267
TABLA NO. 149 ANÁLISIS DE MADUREZ TECNOLÓGICA DE TECNOLOGÍAS	276
TABLA NO. 150 MARCO NORMATIVO TRATAMIENTO TERMICO DE RESIDUOS.....	277
TABLA NO. 151 ESTIMACIÓN COSTOS COPEX Y OPEX CAPTURA DE GAS DE RELLENO SANITARIO	284
TABLA NO. 152 ANÁLISIS FODA CAPTURA DE GAS EN RELLENO SANITARIO	284
TABLA NO. 153 COMPONENTE SISTEMA DE TRATAMIENTO PROCESAMIENTO	286
TABLA NO. 154 ESTIMACIÓN COSTOS COPEX Y OPEX SISTEMA PROCESAMIENTO DE RESIDUOS	287
TABLA NO. 155 ESTIMACION DE COSTOS COPEX Y OPEX DIGESTION ANAEROBICA	291
TABLA NO. 156 ANÁLISIS FODA DIGESTIÓN ANAERÓBICA DE RESIDUOS.....	292
TABLA NO. 157 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE TIPOS DE INCINERADORES.....	293
TABLA NO. 158 ESTIMACIÓN DE COSTOS COPEX Y OPEX TRATAMIENTO INCINERACIÓN RESIDUOS SOLIDOS.....	296
TABLA NO. 159 ANÁLISIS FODA INCINERACIÓN (COMBUSTIÓN) POR PARRILLA, HORNO ROTATORIO Y LECHO FLUIDIZADO	297
TABLA NO. 160 ESCENARIOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	298
TABLA NO. 161 DATOS ESPECÍFICOS DE LA CIUDAD DE LA PAZ EN EL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	300
TABLA NO. 162 MATRIZ ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ALTERNATIVAS	301
TABLA NO. 163 RESULTADOS DE APLICACION DE MATRIZ DE ANALISIS DE ALTERNATIVAS.....	308
TABLA NO. 164 EVALUACIÓN CRITERIOS MADURES TECNOLÓGICA.....	308
TABLA NO. 165 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS.....	309
TABLA NO. 166 EVALUACIÓN DE CRITERIOS SOCIALES.....	310
TABLA NO. 167 EVALUACIÓN CRITERIOS LEGALES	312
TABLA NO. 168 EVALUACIÓN DE CRITERIOS AMBIENTALES.....	313
TABLA NO. 169 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	314
TABLA NO. 170 ANÁLISIS RELLENO SANITARIO SECO	315
TABLA NO. 171 ANÁLISIS TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO	316

Índice de Gráficos

GRÁFICO NO. 1 DATOS HISTÓRICOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, CIUDAD DE LA PAZ	23
GRÁFICO NO. 2 PROMEDIO DE HABITANTES POR VIVIENDA	160
GRÁFICO NO. 3 GENERACIÓN PER CÁPITA POR DISTRITO MUNICIPAL (KG/HAB/DÍA)	143
GRÁFICO NO. 4 GENERACIÓN PER CÁPITA POR MACRODISTRITO (KG/HAB.DIA)	144
GRÁFICO NO. 5 PPC POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO (KG/HAB.DIA)	145
GRÁFICO NO. 6 COMPARACIÓN DEL PPC _{PP} PONDERADO CON ESTUDIOS PREVIOS.....	146
GRÁFICO NO. 7 COMPARACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO POR ESTRATOS KG/M3	149
GRÁFICO NO. 8 COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO	154
GRÁFICO NO. 9 COMPOSICIÓN GENERAL DE SUBPRODUCTOS EN LA CIUDAD DE LA PAZ	156
GRÁFICO NO. 10 POTENCIAL APROVECHABLE DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS, LA PAZ	158
GRÁFICO NO. 11 RECIPIENTES EMPLEADOS	178
GRÁFICO NO. 12 ¿CUÁNTAS VECES AL DÍA SACAN LA BASURA?	178
GRÁFICO NO. 13 ¿DE QUÉ MANERA DESECHA LOS RESIDUOS?	179
GRÁFICO NO. 14 RECIPIENTES EMPLEADOS	180
GRÁFICO NO. 15 DÍAS DE ATENCIÓN	181
GRÁFICO NO. 16 ¿ CUÁNTAS VECES AL DÍA SACAN LA BASURA?	181
GRÁFICO NO. 17 ¿DE QUÉ MANERA DESECHA LOS RESIDUOS?	182
GRÁFICO NO. 18 ¿ QUIÉN SE ENCARGA DE LOS RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD COMERCIAL?	187
GRÁFICO NO. 19 ¿SEPARA ALGUNOS MATERIALES QUE SE PUEDAN APROVECHAR?	187
GRÁFICO NO. 20 ¿CUÁLES SON LOS MATERIALES QUE USTED SEPARA?.....	187
GRÁFICO NO. 21 ¿POR QUÉ RAZÓN NO LO SEPARA?	188
GRÁFICO NO. 22 ¿QUE HACE CON LOS RESIDUOS QUE SE GENERA EN SU ESTABLECIMIENTO?	188
GRÁFICO NO. 23 DESCRIBA LAS UNIDADES E INDIQUE LA CANTIDAD DE CADA UNO DE LOS RECIPIENTES EMPLEADOS PARA EL ALMACENAMIENTO.....	188
GRÁFICO NO. 24 ¿CONOCE QUE EMPRESA REALIZA O ES LA RESPONSABLE DEL ASEO URBANO?	189
GRÁFICO NO. 25 ¿CUÁNTAS VECES AL DÍA SACAN LA BASURA?	189
GRÁFICO NO. 26 ¿CÓMO CALIFICA EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN EL MUNICIPIO?	189
GRÁFICO NO. 27 ¿CUÁNTOS DÍAS POR SEMANA FUNCIONA SU ACTIVIDAD? (MARQUE LOS DÍAS QUE FUNCIONA).....	190
GRÁFICO NO. 28 ¿HA RECIBIDO INFORMACIÓN SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD ECONÓMICA (COMO SEPARACIÓN DE BASURA)	190
GRÁFICO NO. 29 ¿A TRAVÉS DE QUE MEDIO USTED HA RECIBIDO INFORMACIÓN SOBRE LA SEPARACIÓN DE BASURA ORGÁNICA E INORGÁNICA?.....	191
GRÁFICO NO. 30 DATOS DEL ENCUESTADOR	191
GRÁFICO NO. 31 GENERACIÓN UNITARIA POR SUB RUBRO (KG/ESTABLECIMIENTO. DÍA)	193
GRÁFICO NO. 32 ¿ QUIEN SE ENCARGA DE LOS RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD COMERCIAL?	196
GRÁFICO NO. 33 ¿ SEPARA ALGUNOS MATERIALES QUE SE PUEDAN APROVECHAR?	196
GRÁFICO NO. 34 ¿ CUÁLES SON LOS MATERIALES QUE USTED SEPARA?	197
GRÁFICO NO. 35 ¿POR QUÉ RAZÓN NO LO SEPARA?	197
GRÁFICO NO. 36 ¿ QUÉ HACE CON LOS RESIDUOS QUE SE GENERA EN SU ESTABLECIMIENTO?.....	198
GRÁFICO NO. 37 DESCRIBA LAS UNIDADES E INDIQUE LA CANTIDAD DE CADA UNO DE LOS RECIPIENTES EMPLEADOS PARA EL ALMACENAMIENTO.....	198
GRÁFICO NO. 38 ¿ CONOCE QUE EMPRESA REALIZA O ES LA RESPONSABLE DEL ASEO URBANO?	198
GRÁFICO NO. 39 ¿ CUÁNTAS VECES AL DÍA SACAN LA BASURA?	199
GRÁFICO NO. 40 ¿ CÓMO CALIFICA EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN EL MUNICIPIO?	199
GRÁFICO NO. 41 ¿ ¿CUÁNTOS DÍAS POR SEMANA FUNCIONA SU ACTIVIDAD? (MARQUE LOS DÍAS QUE FUNCIONA)	199
GRÁFICO NO. 42 ¿ HA RECIBIDO INFORMACIÓN SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD ECONÓMICA (COMO SEPARACIÓN DE BASURA))	200
GRÁFICO NO. 43 ¿ A TRAVÉS DE QUE MEDIO USTED?	200
GRÁFICO NO. 44 DATOS DEL ENCUESTADOR	200

GRÁFICO No. 45 GENERACIÓN POR TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE (KG/ESTABLECIMIENTO.DIA)	202
GRÁFICO No. 46 ¿QUIEN SE ENCARGA DE LOS RESIDUOS EN SU INDUSTRIA?	207
GRÁFICO No. 47 ¿SEPARA ALGUNOS MATERIALES QUE SE PUEDAN APROVECHAR?	207
GRÁFICO No. 48 ¿CUÁLES SON LOS MATERIALES QUE USTED SEPARA?.....	208
GRÁFICO No. 49 ¿POR QUÉ RAZÓN NO LO SEPARA?	208
GRÁFICO No. 50 ¿QUE HACE CON LOS RESIDUOS QUE SE GENERA EN SU ESTABLECIMIENTO?	208
GRÁFICO No. 51 DESCRIBA LAS UNIDADES E INDIQUE LA CANTIDAD DE CADA UNO DE LOS RECIPIENTES EMPLEADOS PARA EL ALMACENAMIENTO.....	209
GRÁFICO No. 52 ¿CONOCE QUE EMPRESA REALIZA O ES LA RESPONSABLE DEL ASEO URBANO?	209
GRÁFICO No. 53 ¿CUÁNTAS VECES AL DÍA SACAN LA BASURA?.....	209
GRÁFICO No. 54 ¿CÓMO CALIFICA EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN EL MUNICIPIO?.....	210
GRÁFICO No. 55 ¿HA RECIBIDO INFORMACIÓN SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD ECONÓMICA (COMO SEPARACIÓN DE BASURA)?.....	210
GRÁFICO No. 56 ¿QUIÉN SE ENCARGA DE LOS RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD COMERCIAL?	214
GRÁFICO No. 57 ¿ SEPARA ALGUNOS MATERIALES QUE SE PUEDAN APROVECHAR?	215
GRÁFICO No. 58 ¿CUÁLES SON LOS MATERIALES QUE USTED SEPARA?.....	215
GRÁFICO No. 59 ¿POR QUÉ RAZÓN NO LO SEPARA?	215
GRÁFICO No. 60 ¿QUÉ HACE CON LOS RESIDUOS QUE SE GENERA EN SU ESTABLECIMIENTO?.....	216
GRÁFICO No. 61 DESCRIBA LAS UNIDADES E INDIQUE LA CANTIDAD DE CADA UNO DE LOS RECIPIENTES EMPLEADOS PARA EL ALMACENAMIENTO.....	216
GRÁFICO No. 62 ¿ CONOCE QUE EMPRESA REALIZA O ES LA RESPONSABLE DEL ASEO URBANO?	216
GRÁFICO No. 63 ¿ CUÁNTAS VECES AL DÍA SACAN LA BASURA?	217
GRÁFICO No. 64 ¿CÓMO CALIFICA EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN EL MUNICIPIO?.....	217
GRÁFICO No. 65 ¿CUÁNTOS DÍAS POR SEMANA FUNCIONA SU ACTIVIDAD? (MARQUE LOS DÍAS QUE FUNCIONA).....	217
GRÁFICO No. 66 ¿HA RECIBIDO INFORMACIÓN SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD ECONÓMICA (COMO SEPARACIÓN DE BASURA))	218
GRÁFICO No. 67 ¿A TRAVÉS DE QUE MEDIO USTED?.....	218
GRÁFICO No. 68 DATOS DEL ENCUESTADOR	219
GRÁFICO No. 69 ¿ CON QUE CATEGORÍAS CUENTA SU ESTABLECIMIENTO??	223
GRÁFICO No. 70 ¿ EL ESTABLECIMIENTO CUENTA CON UN SITIO DE ALMACENAMIENTO PARA RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS?	224
GRÁFICO No. 71 ¿ QUÉ HACE CON LOS RESIDUOS QUE SE GENERA EN SU ACTIVIDAD?.....	224
GRÁFICO No. 72 DESCRIBA LAS UNIDADES E INDIQUE LA CANTIDAD DE CADA UNO DE LOS RECIPIENTES EMPLEADOS PARA EL ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS:.....	224
GRÁFICO No. 73 ¿ ¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA SACAN LA BASURA? (TIPO DE RESPUESTA ÚNICA O MÚLTIPLE, MARQUE CON UNA X UNA O VARIAS)?	225
GRÁFICO No. 74 ¿EN QUÉ HORARIOS SACA LA BASURA?.....	225
GRÁFICO No. 75 ¿DE QUÉ MANERA SE DESECHAN LOS RESIDUOS, CONSIDERANDO LAS CATEGORÍAS PREVIAMENTE SEÑALADAS?... ..	225
GRÁFICO No. 76 ¿CÓMO CALIFICA EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN SU ZONA?	226
GRÁFICO No. 77 COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD POR SUBCLASES	227
GRÁFICO No. 78 COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD POR NIVEL	228
GRÁFICO No. 79 COMPOSICIÓN FÍSICA GENERAL DE RESIDUOS DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	229
GRÁFICO No. 80 ESQUEMA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL	235
GRÁFICO No. 81 ¿QUIEN SE ENCARGA DE LOS RESIDUOS EN SU INDUSTRIA?	236
GRÁFICO No. 82 ¿SEPARA ALGUNOS MATERIALES QUE SE PUEDAN APROVECHAR?	236
GRÁFICO No. 83 ¿CUÁLES SON LOS MATERIALES QUE USTED SEPARA?.....	236
GRÁFICO No. 84 ¿POR QUÉ RAZÓN NO LO SEPARA?	237
GRÁFICO No. 85 ¿QUE HACE CON LOS RESIDUOS QUE SE GENERA EN SU ESTABLECIMIENTO?	237
GRÁFICO No. 86 DESCRIBA LAS UNIDADES E INDIQUE LA CANTIDAD DE CADA UNO DE LOS RECIPIENTES EMPLEADOS PARA EL ALMACENAMIENTO.....	237
GRÁFICO No. 87 ¿CONOCE QUE EMPRESA REALIZA O ES LA RESPONSABLE DEL ASEO URBANO?	238
GRÁFICO No. 88 ¿CUÁNTAS VECES AL DÍA SACAN LA BASURA?	238

GRÁFICO No. 89 ¿CÓMO CALIFICA EL SERVICIO DE ASEO URBANO EN EL MUNICIPIO?	238
GRÁFICO No. 90 ¿HA RECIBIDO INFORMACIÓN SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS EN SU ACTIVIDAD ECONÓMICA (COMO SEPARACIÓN DE BASURA)?	239
GRÁFICO No. 91 ¿A TRAVÉS DE QUE MEDIO?	239
GRÁFICO No. 92 COMPARACIÓN DE DENSIDADES FUENTES NO DOMICILIARIAS	243
GRÁFICO No. 93 COMPARACIÓN COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS POR RUBRO	246
GRÁFICO No. 94 COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS DE FUENTE NO DOMICILIARIA	248
GRÁFICO No. 95 COMPARACIÓN DE POTENCIAL APROVÉCHALE POR FUENTE GENERADORA	249
GRÁFICO No. 96 ESQUEMA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE LA PAZ	255
GRÁFICO No. 97 COMPORTAMIENTO DE INGRESO AL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE JULIO 2018 A JUNIO 2019	257
GRÁFICO No. 98 COMPOSICIÓN GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD	260
GRÁFICO No. 99 POTENCIAL APROVECHABLE GENERAL DE LA CIUDAD	262
GRÁFICO No. 100 POTENCIAL APROVECHABLE DE RESIDUOS SÓLIDOS ACTUAL	262
GRÁFICO No. 101 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS POR SUS CARACTERÍSTICAS	264
GRÁFICO No. 102 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS POR GESTIÓN OPERATIVA	265
GRÁFICO No. 103 PODER CALORÍFICO SUPERIOR E INFERIOR EN FUENTES DOMICILIARIAS	266
GRÁFICO No. 104 PODER CALORIFICO DE TODAS LAS FUENTES	267
GRÁFICO No. 105 COMPARACIÓN COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS CON OTRAS CIUDADES	270

Índice de Mapas

MAPA No. 1 MAPA NIVELES SOCIOECONÓMICOS POR DISTRITO MUNICIPAL, CIUDAD DE LA PAZ	32
MAPA No. 2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL MUESTRAS DOMICILIARIAS	37
MAPA No. 3 MAPA DE NIVELES SOCIOECONÓMICOS EXISTENTES EN LOS MACRODISTRITOS	56
MAPA No. 4 UBICACIÓN ÁREA DE TRABAJO	49
MAPA No. 5 CENTRO DE CONSUMO MASIVO	79
MAPA No. 6 EXPENDIOS DE COMIDA	85
MAPA No. 7 ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE	96
MAPA No. 8 MAPA DE MUESTRAS DE ESTABLECIMIENTOS DE INSTITUCIONES	103
MAPA No. 9 ESTABLECIMIENTO DE SALUD	117
MAPA No. 10 ANÁLISIS ESPACIAL DE LA GENERACIÓN DE FUENTE DOMICILIARIA	159
MAPA No. 11 ANÁLISIS ESPACIAL DE LA GENERACIÓN DE FUENTE NO DOMICILIARIA	251

Índice de Figuras

FIGURA No 1 ESTRUCTURA DE ESTUDIO	25
FIGURA No 2 MACRODISTRITO DE LA CIUDAD DE LA PAZ	26
FIGURA No 9 ORGANIGRAMA DEL ESTUDIO	42
FIGURA No 10 CREDENCIAL DE IDENTIFICACIÓN DE PERSONAL	43
FIGURA No 3 DESCRIPCIÓN OPERATIVA DE LA CARACTERIZACIÓN	50
FIGURA No 4 CARTA INFORMATIVA PARA EL VECINO	51
FIGURA No 5 MODELO DE VIÑETA DE IDENTIFICACIÓN DE VIVIENDA	52
FIGURA No 6 MÉTODO DE CUARTEO	53
FIGURA No 7 METODOLOGÍA DE TRABAJO FUENTES NO DOMICILIARIAS	58
FIGURA No 8 ACTIVIDADES ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	59
FIGURA No 11 PROCEDIMIENTO ANÁLISIS DE DATOS GENERACIÓN PER CÁPITA	141
FIGURA No 12 PLANTAS WTE EN EUROPA	271
FIGURA No 13 TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y PRODUCTOS	275
FIGURA No 14 FLUJO DE LOS RSU Y SUS DIFERENTES OPCIONES DE TRATAMIENTO	276
FIGURA No 15 PROCESOS MÍNIMOS DE PROCESO DE TRATAMIENTO WTE	279

FIGURA NO 16 COMPONENTES DEL SISTEMA DE CAPTURA DE GASES DE RELLENO SANITARIO CON PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD....	283
FIGURA NO 17 ESQUEMA DE BIODIGESTOR.....	290
FIGURA NO 18 COMPONENTES SISTEMA DE INCINERACIÓN (COMBUSTIÓN) RESIDUOS PARA VALORIZACIÓN ENERGETICA.....	295
FIGURA NO 19 PROCESO PRIMER ESCENARIO DE ALTERNATIVA	298
FIGURA NO 20 PROCESO DE MANEJO DE RESIDUOS CONSIDERANDO TECNOLOGIA WTE.....	299
FIGURA NO 21 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	299
FIGURA NO 22 CRITERIOS PARA ANALIZAR LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS	301

Índice de Fotografías

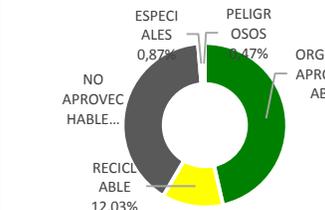
FOTOGRAFÍA NO 1 PRIMER CAPACITACIÓN DE PERSONAL.....	39
FOTOGRAFÍA NO 2 SEGUNDA CAPACITACIÓN PERSONAL OPERATIVO.....	41
FOTOGRAFÍA NO 3 PERSONAL RECOLECCIÓN CON EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	48
FOTOGRAFÍA NO 4 PERSONAL DE CUANTIFICACIÓN CON EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	48
FOTOGRAFÍA NO 5 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DOMICILIARIAS	64
FOTOGRAFÍA NO 6 CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS.....	69
FOTOGRAFÍA NO 7 EQUIPO SE SISTEMATIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	66
FOTOGRAFÍA NO 8 TOMA DE MUESTRA RESIDUOS DOMICILIARIOS	67
FOTOGRAFÍA NO 9 COORDINACIÓN PREVIA DE INICIO DE TRABAJO DE CAMPO PARA LA ETAPA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE FUENTES NO DOMICILIARIAS.....	72
FOTOGRAFÍA NO 10 TRABAJO FUENTE GENERADORA MERCADOS	74
FOTOGRAFÍA NO 11 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN ESTABLECIMIENTOS DE CONSUMO MASIVO.....	81
FOTOGRAFÍA NO 12 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN EXPENDIOS DE COMIDA	86
FOTOGRAFÍA NO 13 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN SERVICIOS DE HOSPEDAJE.....	91
FOTOGRAFÍA NO 14 . INSTITUCIÓN (BANCO) QUE FUE TOMADA COMO MUESTRA DEL ESTUDIO.....	101
FOTOGRAFÍA NO 15 PESAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES.....	101
FOTOGRAFÍA NO 16 PERSONAL DE RECOLECCIÓN EN INSTITUCIÓN PRIVADA.....	101
FOTOGRAFÍA NO 17 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	105
FOTOGRAFÍA NO 18 PROCESO DE EMPADRONAMIENTO DE MUESTRAS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.....	111
FOTOGRAFÍA NO 19 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.....	112
FOTOGRAFÍA NO 20 ESTABLECIMIENTOS DE SALUD MUESTREADOS.....	118
FOTOGRAFÍA NO 21 PESAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.....	119
FOTOGRAFÍA NO 22 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN INDUSTRIAS	121
FOTOGRAFÍA NO 23 DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS.....	129
FOTOGRAFÍA NO 24 TOMA DE MUESTRAS FUENTE NO DOMICILIARIAS	132
FOTOGRAFÍA NO 25 APOYO Y SUPERVISIÓN POR PARTE DEL GAMLP	138

Índice de Siglas

CDR	:	Combustibles derivados de residuos
CSR	:	Combustibles sólidos derivados
CNI	:	Cámara nacional de industria
C/N	:	Relación Carbono/Nitrógeno
COPEX	:	Costo de inversión
DA	:	Digestión anaeróbica
EPPs	:	Equipo (s) de protección personal
EUR	:	Euro(s)
GAMLP	:	Gobierno autónomo municipal de La Paz
GIZ	:	Cooperación Técnica Alemana

GRS	:	Gas de Relleno sanitario
HAB	:	Habitantes
HAB/KM2	:	Habitantes/kilómetro cuadrado, unidad de densidad poblacional
IRSU	:	Incineración de residuos sólidos urbanos
KM	:	Kilómetros, unidad de longitud/distancia
KM2	:	Kilómetros cuadrados, unidad de superficie
KG/HAB.DIA	:	Kilogramos/Habitante por día, unidad de generación de residuos sólidos
KG/M3	:	Kilogramos/metro cubico, unidad de densidad
KW/AÑO	:	Kilo watios/año, unidad de consumo de energía eléctrica
L	:	Litros, unidad de volumen
M	:	Metros, unidad de longitud, distancia
M2	:	Metros cuadrados, unidad de superficie, área
M3	:	Metros cúbicos, unidad de volumen
MW	:	Mega Watios, unidad de energía eléctrica
MMAyA	:	Ministerio de medio ambiente y agua
MBT	:	Tratamiento Mecánico Biológico
MPD	:	Ministerio de Planificación del Desarrollo y
N.B.	:	Norma Boliviana
OPEX	:	Costo de Operación y mantenimiento
PCI	:	Poder calorífico inferior
PET	:	Polietilentereftalato
PEAD	:	Polietileno de alta densidad
PVC	:	Polivinilo de Cloruro
PEBD	:	Polietileno de baja densidad
PP	:	Polipropileno
PS	:	Poliestireno
PPC	:	Producción ´per cápita
PPCD	:	Producción per cápita domiciliaria
PTDI	:	Plan Territorial de Desarrollo Integral
PTAR	:	Planta de tratamiento de aguas residuales
TDR	:	Términos de Referencia
TON	:	Toneladas, unidad de peso
T/DIA	:	Toneladas/día, unidad de generación
T/AÑO	:	Toneladas/año, unidad de generación
USD	:	Dólares Americanos
RAI	:	Registro Ambiental industrial
RDF	:	Refuse derived fuel
RS	:	Relleno sanitario
RSU	:	Residuos Sólidos Urbanos
SMGA	:	Secretaria Municipal de Gestión Ambiental
SSTTR	:	Sistemas de tratamiento térmico de residuos
SIREMU	:	Sistema de Regulación y Supervisión Municipal
U.E.	:	Unidad educativa
UNACE	:	Unidad de Alimentación Complementaria Escolar
VCO	:	Velocidad de carga orgánica
WTE	:	Waste to Energy

FICHA TECNICA
MUNICIPIO NUESTRA SEÑORA DE LA PAZ

DEPARTAMENTO	LA PAZ				PROVINCIA	MURILLO					
POBLACION(2019)	URBANA ¹ 943.758 (99,16%)				ESTRATOS SOCIO ECONOMICOS	ALTO 27,9 %					
	RURAL ² 8.035 (0,84%)					MEDIO 44,7 %					
	TOTAL 951.793					BAJO 27,4%					
A. FUENTE DOMICILIARIA											
GENERACION PERCAPITA (kg/hab. día)											
ALTO		MEDIO		BAJO		PONDERADO					
0.604		0.580		0.568		0.584					
AÑO	ALTO (kg/hab. día)	MEDIO (kg/hab. día)	BAJO (kg/hab. día)	PPC PONDERADO (kg/hab. día)							
2001	0,651	0,598	0,459	0,565							
2008	0,691	0,665	0,471	0,576							
2019	0,604	0,580	0,568	0,584							
DENSIDAD	173,87 kg/m ³										
COMPOSICION FISICA	ORGANICO		PAPEL		PLASTICOS		VIDRIO		TEXTILES		
	65,19%		5,70%		8,34%		2,06%		1,75%		
METALES		ESPECIALES		PELIGROSOS		POLILAMINADOS		OTROS			
1,07%		0,95%		0,27%		0,07%		14,59%			
B. RESIDUOS NO DOMICILIARIOS											
GENERACION MERCADOS	MERCADO			KG/ Puesto. Día							
	Mercado 16 de julio			2,04							
	Mercado Antofagasta			2,51							
	Mercado Camacho			2,11							
	Mercado El Tejar			2,50							
	Mercado Las Flores			2,44							
	Mercado Miraflores			2,26							
	Mercado Rodríguez			1,88							
	Mercado Belén			3,06							
	Mercado Estación Sopocachi			2,19							
	Mercado Uruguay			1,29							
	Mercado Bolívar Central			1,98							
	Mercado Calatayud			1,74							
	Mercado Yungas			1,96							
	Mercado Amapola			1,61							
	Mercado Bajo Mariscal Santa Cruz			1,85							
	Mercado Sanchez Lima			1,50							
	Mercado Strongest			1,75							
GENERACION NO DOMICILIARIOS	FUENTE GENERADORA		FUENTE GENERADORA	GENERACION TON/DIA	%						
	COMERCIOS	CONSUMO MASIVO		33,11	22,46 %						
		ACTIVIDADES COMERCIALES		7,91	5,36 %						
		EXPENDIO DE COMIDA		30,86	20,94 %						
		HOSPEDAJE		4,87	3,30 %						
	INSTITUCIONAL	INSTIUCIONES PUB Y PRIV		19,96	13,54 %						
		ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS		8,48	5,76 %						
	ESTABLECIMIENTO DE SALUD		SALUD		13,62	9,24 %					
	INDUSTRIALES		INDUSTRIAS		28,58	19,39 %					
	TOTAL		TOTAL		147,39	100,0 0%					
D. DATOS GENERALES PARA LA CIUDAD											
GENERACION	FUENTE			GENERACION KG/DIA							
	DOMICILIARIA			550,72							
	COMERCIALES			76,74							
	INSTITUCIONALES			28,44							
	INDUSTRIALES			28,58							
	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD			13,62							
TOTAL GENERAL			698,11								
PPC	GENERACION PER CAPITA MUNICIPAL TOTAL 0,740 kg/hab. día										
COBERTURA DE RECOLECCION	PROMEDIO RECOLECCION TON/DIA			GENERA CION TON/DIA		COBERTURA					
	646,97			698,11		92,67%					
DENSIDAD	173,54 KG/M ³										
COMPOSICION FISICA	ORGANICO		PAPEL		PLASTICOS		VIDRIO		TEXTILES		
	65,65%		7,29%		8,59%		1,89%		1,51 %		
METALES		ESPECIALS		PELIGROSOS		POLIA MINADOS		OTROS			
1,03%		0,87%		0,47%		0,07%		12,6 4%			
											

¹ ALCANCE DE ESTUDIO SOLO MACRODISTRICTOS CENTRO, COTAHUMA, MAX PAREDES, SUR, MALLASA, SAN ANTONIO Y PERIFERICA
² MACRODISTRICTOS ZONGO Y HAMPATURI



INBOLP

PROGRAMA DE OPORTUNIDADES
DE EMPLEO PARA LA COMUNIDAD
DE LA ZONA URBANA DE LA
CIUDAD DE QUITO

DISTrito
N

Distrito Socioeconómico

134

ra

Distrito

al

RESUMEN EJECUTIVO

Uno de los retos más importantes para el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz es la Gestión Integral de los Residuos sólidos, lo cual implica conocer a profundidad sus características y monitorear las tendencias del crecimiento de éstos para retroalimentar y adecuar, si fuera necesario, la Política Pública en el marco de lo que establece la Ley 755 de Gestión Integral de Residuos la cual está en actual fase de implementación con énfasis en el tratamiento de residuos.

Para implementar una óptima política pública sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, es importante generar información acerca de los mismos para la toma de decisiones en lo que respecta a acciones de prevención de generación de residuos sólidos, así como la promoción del aprovechamiento.

En este sentido, el estudio “Fortalecimiento Institucional – Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos, para una Planta de Industrialización de Basura en la ciudad de La Paz, como posible fuente de generación de energía, en el marco de la promoción y atracción de inversiones” es un importante insumo para la toma de decisiones de las autoridades y tiene como objetivo “establecer parámetros físicos de los residuos sólidos generados en el municipio de La Paz, además de analizar las potenciales alternativas de industrialización de los residuos sólidos con un posible enfoque de valorización energética”.

Para el desarrollo del estudio se implementaron 4 fases: Preparación, Trabajo de campo residuos domiciliarios y no domiciliarios, Análisis estadístico, Análisis de alternativas

El desarrollo del estudio permitió conocer datos sobre las principales características de los residuos sólidos en el municipio y su cuantía. La última etapa consistió en el análisis de las alternativas de tratamiento con base a toda la información y resultados obtenidos en las fases anteriores.

El Estudio se llevó a cabo en el Municipio de La Paz, en sus siete macrodistritos que incluyen 21 distritos municipales urbanos, se aplicó tomando en cuenta las fuentes de generación: domiciliarias (1650 muestras) y no domiciliarias (500 muestras). En las fuentes domiciliarias se generó información por macrodistrito y estrato, posteriormente se analizó la misma en 3 estratos socioeconómicos (alto, medio y bajo). En las fuentes no domiciliarias de la misma manera se identificaron los principales rubros de las actividades económicas de la ciudad como instituciones públicas y privadas, unidades educativas, industrias, establecimientos de salud, mercados, hoteles entre otros.

Para la aplicación de la metodología se desarrolló un proceso de capacitación en el que los diferentes participantes conocieron a detalle las etapas del estudio, así como los tipos de residuos y su manejo para la obtención de resultados. Posteriormente se realiza un análisis profundo de las diferentes zonas de la ciudad y sus distintos generadores. Se realiza el trabajo de campo bajo la estricta supervisión de las encargadas de zona y el contratante, este trabajo como la posterior sistematización y análisis de información se desarrollaron durante el segundo semestre de la gestión 2019.

Entre los principales resultados del estudio se encuentran los siguientes:

La generación per-cápita (PPCD) de residuos sólidos domiciliarios es de 0,584 Kg/hab/día; para el estrato alto la PPCD es de 0,604 kg/hab. día, para el estrato medio 0,580 kg/hab. día y para el estrato bajo la PPC es 0,568 kg/hab/día.

La generación diaria de residuos sólidos domiciliarios es de 550,72 Ton/día. Anualmente se genera 201.171,5 toneladas de residuos sólidos domiciliarios en el Municipio de La Paz. La densidad de los residuos sólidos domiciliarios, indica cuánto espacio ocupan estos residuos, para el municipio de La Paz es de 173.87 kg/m³. El potencial aprovechable de los residuos domiciliarios es de 60,55% considerando los orgánicos aprovechables (49,39%) y los reciclables (11,16%).

Con respecto a la información de las fuentes de generación de residuos no domiciliarios: La generación percapita de residuos por mercado es en promedio 10.359 kg/mercado día. Se realizó la caracterización en los mercados por tipos de sectores teniendo el siguiente promedio de generación percapita según sector: 0,57 kg/día para abarrote, 1,52 kg/día cafetería, 1,35 kg/día carne, 2,35 kg/día comida, 2,44 kg/día flores, 0,59 kg/día frial, 3,70 kg/día frutas, 5,31 kg/día jugos, 0,99 kg/día misceláneo, 0,12 kg/día panes, 0,77 kg/día varios y 2,83 Kg/día verduras. Así también, se tomaron en cuenta datos de los puestos de venta alrededor de los mercados (Villa Fátima y Rodríguez) y puestos de venta en ferias itinerantes obteniendo de los mismos un dato de generación de 14.470 kg/día, por lo cual se obtiene que la generación diaria de mercados en el municipio de La Paz es de 24,83 Ton/día.

Para el caso de los supermercados se ha calculado 3.378 kg/ día y para micro mercados 4.902 kg/ día.

Respecto a los expendios de comida se obtuvieron los siguientes datos en generación total kilogramos/día; 1.576 kg/día broastería, 4.008 kg/día cafetería, 1.385 kg/día patio de comida, 2.065 kg/día pension, 273,60 kg/día pizzería, 841,75 kg/día pollería, 16.754 kg/día restaurant y 3.950 kg/día snack.

En cuanto a los establecimientos de hospedaje se obtuvo una generación total de: 392,72 kg/día alojamiento, 223,08 kg/día hostel, 4.190 kg/día hotel, 46,62 kg/día motel y 16,26 kg/día residencial. En las instituciones se obtuvo una generación total de 16.463 kg/día institución privada y 3.491 kg/día institución pública. En los establecimientos educativos se tiene una generación total de: 1.517 kg/día en universidades, 852,60 kg/día en institutos y 6.113 kg/día unidades educativas.

En los establecimientos hospitalarios se obtuvo el siguiente dato de generación total 13.623 kg/día considerando las tres clases de residuos y los diferentes tipos de establecimientos de salud. Según tipo de residuo se tiene el siguiente detalle: para establecimientos de 1er nivel 0,93 bioinfecciosos, 0,24 especiales, 1,57 comunes; para establecimientos de 2do nivel 42,56 bioinfecciosos, 0,60 especiales, 49,23 comunes; para establecimientos de 3er nivel 106,65 bioinfecciosos, 2,35 especiales, 141 comunes en kg/establecimiento/día. En farmacias 0,96 residuos comunes; en dentistas 0,51 bioinfecciosos, 1,30 residuos comunes; en laboratorios 4,74 bioinfecciosos y 0,78 residuos comunes en kg/establecimiento/día.

En cuanto a industrias 54,40 industria grande, 7,76 industria mediana y 8,28 industria pequeña, resultados expresados en kg/industria/día. Así también se determinó la densidad de los residuos provenientes del sector no domiciliario, los resultados son: Establecimientos de hospedaje 104,48 kg/m³. Expendios de comida 281,19 kg/m³. Consumo masivo 236,86 kg/m³. Instituciones públicas y privadas 61,62 kg/m³. Establecimientos educativos 68,06 kg/m³. Industrias 75,08 kg/m³.

El análisis del potencial aprovechable de la fuente no domiciliaria establece que existen un 34,44% orgánico aprovechable, 15,61% material reciclable. La generación total de residuos sólidos en el municipio de La Paz es de 550,721 ton/día de fuente domiciliaria y de fuente no domiciliaria 147,386 ton/día haciendo un total de 698,11 toneladas de residuos generadas en un día de la cual el 78,89% es de fuente domiciliaria y 21,11% de fuente no domiciliaria.

La generación per cápita municipal total (PPC) es de 0,740 kg/hab/día. La densidad de los residuos sólidos generados en el municipio de La Paz es de 173,54 kg/m³. El potencial de residuos sólidos aprovechables en el municipio de La Paz está compuesto por un 65,65% de residuos orgánicos, el 8,59% plásticos y en papel 7,29%.

En lo que se refiere a los parámetros físico químicos entre los más importantes el poder calorífico superior ponderado es de 3.557,2 kcal/kg (14,89 MJ/kg), el poder calorífico inferior 3.500,6 kcal/kg la humedad del 61,10% cenizas 7,40 %.

Analizando las alternativas tecnológicas consideramos las termo-químicas, bioquímicas y mecánicas biológicas, entre las que enunciamos la incineración (tipo parrilla, lecho fluidizado y hornos rotatorios) el coprocesamiento con los combustibles derivados de los residuos, la biometanización (digestión anaeróbica, pirólisis y gasificación y recuperación de gas de relleno sanitario).

Considerando que se debe fortalecer la separación en origen, donde los generadores entreguen sus residuos almacenados de manera diferenciada, contempla un tratamiento primario en destino para cualquier alternativa tecnológica que se priorice en la ciudad de La Paz se realiza el análisis de alternativas tecnológicas para identificar cual es la más apropiada y óptima.

Los criterios de evaluación son técnicos, económicos, sociales, legales y ambientales, para el criterio técnico consideramos la metodología desarrollada para la GIZ (2017) "Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos" que considera la tipología de los residuos, el poder calorífico, información sobre el manejo de residuos actual en la ciudad de La Paz.

Los criterios económicos analizan la inversión requerida, los costos operativos para una vida útil de 25 años, considerando costos unitarios por cada tipo de tratamiento de los residuos. La evaluación social rescata la percepción de la población respecto a que se debería realizar con sus residuos, siendo que el 59% cree que se debe implementar un tratamiento que permita la generación de otros productos y aprovechamiento energético. La evaluación legal está referida al marco normativo existente en el país luego de la Ley 755 de Gestión Integral de Residuos, donde en su artículo 30 inciso IV respalda la implementación de procesos biológicos, fisicoquímicos y térmicos que maximicen el aprovechamiento para su valoración. Los criterios ambientales consideran los riesgos e impactos que pudiera tener cada una de estas alternativas.

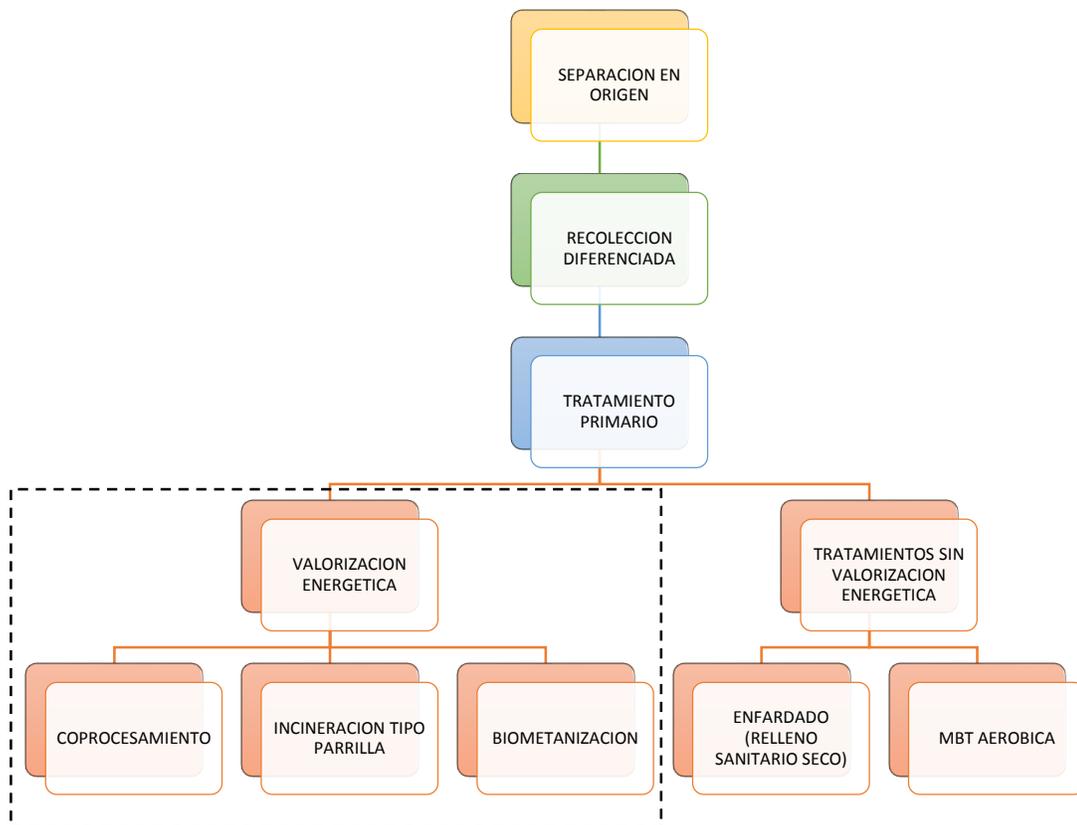
Como resultado de este análisis se tiene que el mejor tratamiento de valorización energética es el coprocesamiento que permite luego de retirar la fracción aprovechables, la minimización del volumen de residuos, la reducción de la generación de lixiviado y generar un material uniforme con potencialidades para el aprovechamiento energético, ya sea mediante combustión que genera energía o como matriz energética en industrias cementeras, cervecera, o de lácteos.

La segunda alternativa es la incineración tipo parrilla, esta tecnología es viable técnicamente en función a las características de los residuos de la ciudad de La Paz, considerando que deber ser un proceso de generación de energía eléctrica, esta planta deberá ser de 110 mil toneladas anuales.

La siguiente alternativa es la biometanización de los residuos orgánicos, la cual permite la estabilización de estos residuos y en su proceso realizar aprovechamiento energético y posteriormente este material llevarlo a terminar su proceso a una planta de compostaje o como material estabilizado ser usado como cobertura en un relleno sanitario.

El presente estudio descarta que sea aplicable las alternativas de incineración por lecho fluidizado, hornos rotativos, al ser tecnologías con pocas experiencias a nivel mundial y con costos de inversión y operación elevados, así mismo, los procesos de pirolisis y gasificación por los elevados costos de inversión y operación.

Es importante considerar que para tener aplicada cualquiera de las tecnologías consideradas adecuada para la ciudad de La Paz se debe realizar procesos escalonados en su implementación, donde se debe contemplar el fortalecimiento a la separación en origen, incremento en la cobertura de la recolección diferenciada, un tratamiento primario y posteriormente un tratamiento, ya sea para la valorización energética mediante el coprocesamiento, la incineración tipo parrilla o la biometanización, así como tratamiento de residuos sólidos como el enfardado para un relleno sanitario seco y el tratamiento mecánico biológico aeróbico.





“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PARA UNA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, COMO POSIBLE FUENTE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, EN EL MARCO DE LA PROMOCIÓN Y ATRACCIÓN DE INVERSIONES”

“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PARA UNA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, COMO POSIBLE FUENTE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, EN EL MARCO DE LA PROMOCIÓN Y ATRACCIÓN DE INVERSIONES”

INTRODUCCION

A nivel nacional, los cambios en la conducta y hábitos de consumo de la sociedad boliviana, confluyen en el incremento en la producción de residuos, más aún en el municipio de La Paz, se están generando diferentes tipos de residuos sólidos, cuyo tratamiento y disposición final requiere de mayores recursos humanos, tecnológicos y económicos.

Ante esta situación, el Gobierno Autónomo Municipal precisa adecuar su política de gestión de residuos sólidos, que asegure el análisis integral de los mismos favoreciendo la reducción y el aprovechamiento ante la disposición final de los mismos (como indica la Ley 755).

Para este fin el estudio de caracterización de residuos sólidos inicia con un análisis detallado de los diferentes generadores, clasificándolos en domiciliarios y no domiciliarios, dividiéndolos, a su vez, en los diferentes macrodistrito, estratos y en los distintos rubros de generación. En el desarrollo del estudio se definen diferentes equipos de trabajo que analizan cada tipo de generador y determinan los índices de: generación de residuos, densidad de los mismos y cuantificación de los diferentes sub-productos que los componen.

Este análisis detallado permite plantear las operaciones óptimas para un Servicio de Aseo Urbano adecuado a las características de la ciudad, y asimismo determinar distintas opciones de aprovechamiento, como lo requiere el Ministerio de Planificación del Desarrollo, en el marco de la Ley 755, el Plan de Desarrollo Económico Social 2015-2020 y en cumplimiento a la Meta 2 Pilar 7.4 plantea implementar plantas de generación mediante energías alternativas con el fin de promover la potencia efectiva proyectada.

La consultoría de “ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PARA UNA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, COMO POSIBLE FUENTE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, EN EL MARCO DE LA PROMOCIÓN Y ATRACCIÓN DE INVERSIONES” nos permite explorar la valorización energética de los residuos sólidos, mediante tratamientos diseñados para las características específicas de los residuos en América Latina, ofrece diferentes opciones y permite apreciar las potencialidades técnicas y económicas de cada una de ellas, para el municipio de La Paz.

I. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1. Objetivo General

Elaborar un estudio de caracterización de residuos sólidos generados en el área urbana del municipio de La Paz, estableciendo sus características fisicoquímicas, cantidad, composición, poder calorífico y tipología, aplicando la normativa vigente y metodología estandarizada, planteando alternativas para valorización energética, alternativas de aprovechamiento y/o industrialización.

1.2. Objetivos Específicos

2. Conocer la composición fisicoquímica (cantidad, composición, tipología, densidad, humedad, Carbono, poder calorífico, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Azufre, Metano, Ácido Sulfhídrico, Mercurio, cenizas, entre otros) de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) del área de alcance del estudio.
3. Determinar la Producción Per Cápita domiciliaria (PPC) y no domiciliaria del área de alcance del estudio.
4. Determinar la Producción Per Cápita Consolidada (PPC) de las áreas estratificadas de alcance del estudio de la fuente de generación domiciliaria y no domiciliaria.
5. Realizar un análisis de las potenciales alternativas de industrialización de los residuos sólidos con un posible enfoque de valorización energética.
6. Establecer, adicionalmente, al menos 3 (tres) recomendaciones y alternativas de tratamiento de residuos sólidos.

1.3. Estudios de Caracterización Previos

Revisando el estudio de caracterización realizado en la gestión 2008 por encargo del Sistema de Regulación y Supervisión Municipal (SIREMU), entre sus resultados principales se aprecia un PPC de 0,576 kg/hab. día y un incremento del 1,37% desde 1986.

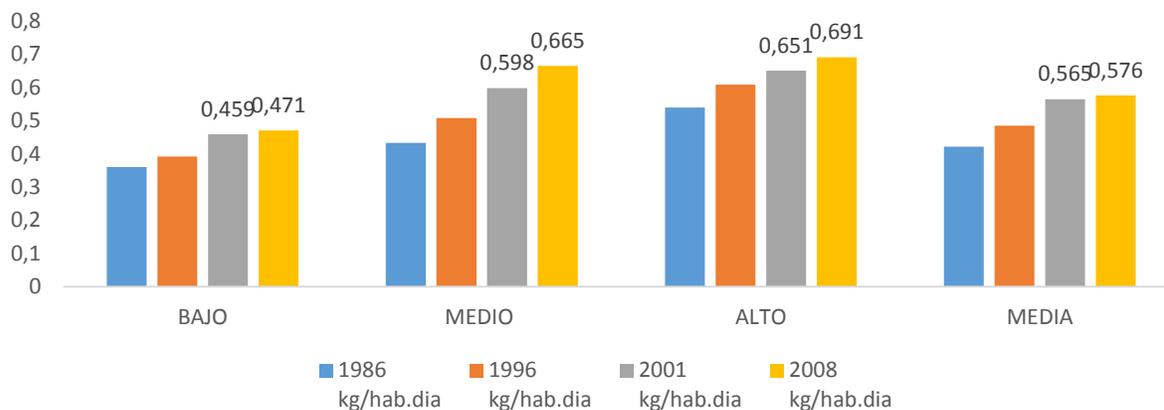
Tabla No. 1 Datos de generación histórico, ciudad de La Paz

ESTRATO SOCIOECONOMICO	1986 kg/hab.dia	1996 kg/hab.dia	2001 kg/hab.dia	2008 kg/hab.dia
BAJO	0,36	0,392	0,459	0,471
MEDIO	0,433	0,508	0,598	0,665
ALTO	0,54	0,609	0,651	0,691
PROMEDIO	0,422	0,485	0,565	0,576

Fuente: Estudio de caracterización SIREMU 2008.

Comparando los datos por nivel socioeconómico, se aprecia un incremento en la generación percapita y más considerable aun el dato de clase media del estudio del 2008 respecto al 2001.

Gráfico No. 1 Datos históricos de generación de residuos sólidos, Ciudad de La Paz



Fuente: Estudio de caracterización SIREMU 2008

En lo que se refiere a la composición física de los residuos de fuente domiciliar se cuenta con datos del estudio de caracterización realizado el 2008 y el 2001 en la siguiente tabla.

Tabla No. 2 Composición física de residuos Sólidos 2001 vs 2008

ELEMENTO	2001	2008
RESIDUOS ALIMENTICIOS	58,95	43,42
RESIDUOS DE JARDÍN	2,21	11,65
CARTÓN	1,64	2,64
PAPEL	4,51	4,8
HUESO	2,63	1,77
PLÁSTICOS	8,31	9,33
VIDRIO	3,38	7,03
METALES FERROSOS	0,57	0,36
LATAS DE ALUMINIO	0,8	0,37
PAÑAL DESECHABLE, Y SIMILARES	10,43	7,47
TEXTILES	1,25	0
TETRAPAK	0,03	0,55
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	0,12	2,41
LOZA Y CERÁMICA	0,58	0,73
ÁRIDOS	0	0
RESIDUOS FINO	3,58	2,17
HECES FECALES	0,16	0

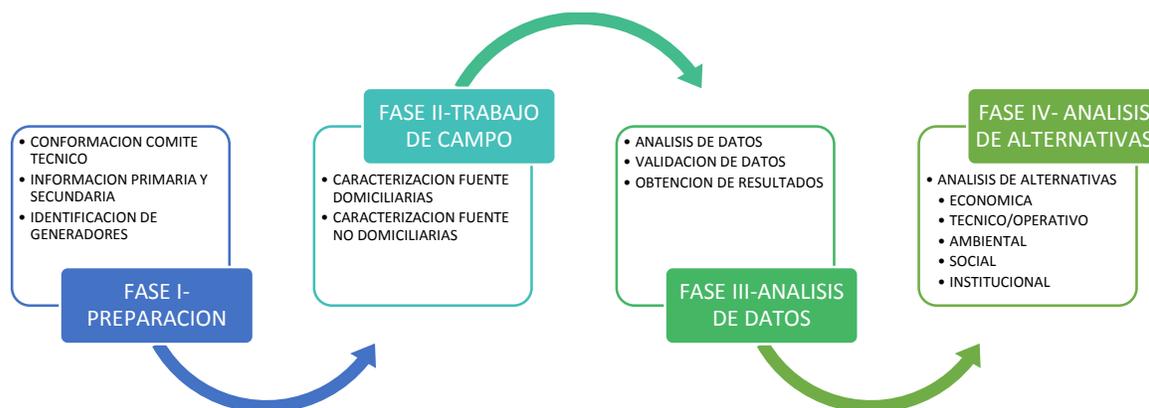
Fuente: Estudio de caracterización SIREMU 2008



2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

La metodología del estudio cuenta con 4 fases que se describen a continuación 1) preparación, 2) trabajo de campo, 3) análisis de datos y 4) análisis de alternativas de aprovechamiento.

Figura No 1 Estructura de estudio



Fuente: Elaboración Propia

2.1. Identificación del área de estudio

2.1.1. Características generales del área de estudio

El municipio de La Paz se encuentra ubicado en la provincia Murillo del departamento de La Paz, dentro del Estado Plurinacional de Bolivia. Tiene una superficie total de 3.040 Km², el área urbana es sede del Gobierno Nacional, ocupa una extensión territorial de 149 Km²³, su población representa el 42,6% del área metropolitana del Departamento de La Paz, conformada por otros municipios como El Alto, Palca, Mecapaca, Achocalla, Pucarani, Achocalla, Viacha y Laja.

Tabla No. 3 Características del Área Metropolitana del Departamento de La Paz

MUNICIPIO	SUPERFICIE KM2	POBLACION HAB.	DENSIDAD HAB./KM2	RELACION %
LA PAZ	3.040	779.728	395	42,6%
PALCA	737	16.959	23	0,9%
MECAPACA	511	16.324	31	0,9%
ACHOCALLA	182	22.594	117	1,2%
EL ALTO	345	860.062	2.484	47,0%
VIACHA	849	81.668	97	4,5%
PUCARANI	930	29.040	31	1,6%
LAJA	691	24.975	36	1,4%
TOTAL	7.285	1.831.350	3.214	100,0%

Fuente: Atlas de la región metropolitana de la ciudad de La Paz -2017

³ Fuente: PTDI MUNICIPIO DE LA PAZ 2015-2020

2.1.2. Delimitación geográfica del área de estudio

El área geográfica del estudio es el municipio de La Paz y sus veintiún (21) distritos urbanos del municipio agrupados en 7 macrodistrito.

Figura No 2 Macrodistrito de la Ciudad de La Paz



Fuente: PTDI Municipio de La Paz 2015-2020

2.1.3. Actividades económicas principales en el área de estudio

Las fuentes de generación no domiciliaria se agrupan en los rubros comerciales, institucionales, hospitalarios e industriales. Según la definición realizada en los Términos de referencia.

2.1.3.1. Fuentes Comerciales

Las fuentes comerciales tienen 3 subgrupos, mercados, expendios de comida y servicios de hospedaje

2.1.3.1.1. Mercados y centros de abastecimiento

Los centros de abastecimientos y mercados en la ciudad de La Paz son 122 de los cuales 26 son supermercadros, 84 mercados y 12 micromercados.

Tabla No. 4 Centros de abastecimiento, ciudad de La Paz

GENERADOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
MERCADOS	84	69%
MICROMERCADOS	12	10%
SUPERMERCADO	26	21%
TOTAL GENERAL	122	100%

Fuente: Geo Bolivia-Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia

2.1.3.1.2. Expendios de Comida

Los expendios de comida según la base de datos proporcionada son 2084 establecimientos de los cuales el 43% son snack (salteñerías, pastelerías, puestos de api y otros), 37,1% restaurante, el 9,7% son pensiones.

Tabla No. 5 Establecimientos de expendios de comida, ciudad de La Paz

TIPO ESTABLECIMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE
BROSTISERIA	39	1,9%
CAFETERIA	32	1,5%
PATIOS DE COMIDA	13	0,6%
PENSIONES	203	9,7%
PIZZERIAS	51	2,4%
POLLOS	77	3,7%
RESTAURANTE	773	37,1%
SNACK	896	43,0%
TOTAL GENERAL	2084	100,0%

Fuente: Base de Datos establecimientos con licencia de funcionamiento –GAM LA PAZ

2.1.3.1.3. Establecimiento de Hospedaje

La mayor cantidad de establecimiento de hospedaje son los hostales con un 40,2 %, los alojamientos un 27,4% y los hoteles un 18,8 %, en total son 117 según la base de datos de licencias de funcionamiento.

Tabla No. 6 Universo establecimiento de hospedaje, ciudad de La Paz

DETALLE	CANTIDAD	PORCENTAJE
ALOJAMIENTO	32	27,4%
HOSTAL	47	40,2%
HOTEL	22	18,8%
MOTEL	7	6,0%
RESIDENCIAL	9	7,7%
TOTAL	117	100%

Fuente: Base de datos proporcionada por GAML P

2.1.3.2. Institucionales

2.1.3.2.1. Unidades educativas

A nivel municipal se cuenta con 134.087 alumnos en 372 unidades educativas, en los tres niveles, también se observa que la mayor cantidad de alumnos están en el nivel secundario con 44%, el nivel primario 43% y el nivel inicial 13%.

Tabla No. 7 Cantidad de alumnos por nivel educativo, ciudad de La Paz

NIVEL EDUCATIVO	U.E. POR NIVEL	TOTAL ALUMNOS INICIAL	TOTAL ALUMNOS PRIMARIA	TOTAL ALUMNOS SECUNDARIA
INICIAL	39	8449	0	0
INICIAL Y PRIMARIA	104	7392	27407	15
INICIAL, PRIMARIA Y SECUNDARIA	48	2346	7711	6233
PRIMARIA	41	15	18368	1284
PRIMARIA Y SECUNDARIA	25	0	3923	5589
SECUNDARIA	115	0	0	45355
TOTAL GENERAL	372	18202	57409	58476

Fuente: Estadística UNACE – GAML P

Considerando criterios de generación de residuos en función a la cantidad de alumnos, se establecieron tres rangos, unidades educativas con más de 600 alumnos considerados grandes, con alumnos entre 300 y 600 considerados medianos y menores a 300 alumnos considerados pequeños

Tabla No. 8 Unidades Educativas por tamaño, ciudad de La Paz

TAMAÑO	RANGO CANTIDAD ALUMNOS	CANTIDAD
GRANDES	>600	58
MEDIANOS	300 – 600	144
PEQUEÑOS	< 300	170
TOTAL GENERAL		372

Fuente: Elaboración propia con datos UNACE 2019

En lo que se refiere a institutos se cuenta con 137 establecimientos y universidades 36.

2.1.3.2. Instituciones (bancos, oficinas)

En las instituciones tenemos como generadores las entidades financieras, bancos, cooperativas de ahorro, e instituciones públicas y privadas. Los criterios para definir el tamaño son por tipo de establecimiento, la base de datos contempla oficinas centrales (grandes), oficinas fijas (medianos) y sucursales (pequeños).

Tabla No. 9 Entidades financieras, ciudad de la Paz

ENTIDAD FINANCIERA	CANTIDAD
GRANDES	25
MEDIANO	185
PEQUEÑO	80
TOTAL GENERAL	290

Fuente: Geo Bolivia-Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia

2.1.3.3. Hospitalarios

2.1.3.3.1. Establecimiento de salud

La ciudad de La Paz cuenta con 200 establecimientos de salud de los cuales 17 son de tercer nivel, 32 de segundo nivel y 151 de primer nivel.

Tabla No. 10 Establecimiento de salud por nivel, ciudad de La Paz

ESTABLECIMIENTO DE SALUD	CANTIDAD
PRIMER NIVEL	151
SEGUNDO NIVEL	32
TERCER NIVEL	17
TOTAL GENERAL	200

Fuente: Geo Bolivia-Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia

Así mismo se deben considerar en esta fuente generadora a las farmacias, laboratorios clínicos, centros odontológicos y veterinarias

Tabla No. 11 Otros establecimientos de salud

ESTABLECIMIENTO DE SALUD	CANTIDAD
FARMACIAS	291
LABORATORIO CLINICO	51
CENTROS ODONTOLOGICOS	1043
VETERINARIA	114
TOTAL GENERAL	1499

Fuente: Base de datos licencia de funcionamiento – GAM LA PAZ

2.1.3.4. Generadores Industriales

En cuanto a las industrias se identifican 412 en operación, de las cuales por consumo de energía eléctrica definimos sus tamaños como grandes aquellos establecimientos industriales consumo mayor

a 5000 kW/año, mediana aquellos que consumen entre 1000 y 5000 kW/año y pequeñas las que consumen menos de 1000 kw/año, quedando el 34% grande, 38% medianas y 28% pequeñas.

Tabla No. 12 Industrias, ciudad de La Paz

TAMAÑO INDUSTRIA	CANTIDAD	PORCENTAJE
GRANDE	139	34%
MEDIANA	157	38%
PEQUEÑA	116	28%
TOTAL GENERAL	412	100%

Fuente: Base de datos de RAI – GAMLP

2.1.4. Determinación y proyección de la población actual

La población oficial para el 2019⁴ en el área urbana del municipio de La Paz es de 951.793 habitantes, considerando los distritos rurales de Hampaturi y Zongo. El área urbana considerando 21 distritos municipales la población es de 943.758 habitantes y 241.989 viviendas esta información es proporcionada por la Dirección de Información e Investigación de la Secretaria Municipal de Planificación para el Desarrollo del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Con el siguiente detalle.

Tabla No. 13 Dato de población y vivienda 2019 por distrito municipal, ciudad de La Paz

MUNICIPIO DE LA PAZ	POBLACION 2019	HOGARES	RELACION PONDERADA DE POBLACION
DISTRITO 1	34.857	8.938	3,7%
DISTRITO 2	41.547	10.653	4,4%
DISTRITO 3	36.971	9.480	3,9%
DISTRITO 4	54.990	14.100	5,8%
DISTRITO 5	52.164	13.375	5,5%
DISTRITO 6	40.023	10.262	4,2%
DISTRITO 7	63.653	16.321	6,7%
DISTRITO 8	46.762	11.990	5,0%
DISTRITO 9	55.282	14.175	5,9%
DISTRITO 10	30.289	7.766	3,2%
DISTRITO 11	87.101	22.334	9,2%
DISTRITO 12	51.033	13.085	5,4%
DISTRITO 13	50.842	13.036	5,4%
DISTRITO 14	35.546	9.114	3,8%
DISTRITO 15	38.285	9.817	4,1%

⁴ Proyecciones de población realizadas en base a la tasa de crecimiento intercensal 1992 - 2001 en el Municipio de La Paz (1,11%)

MUNICIPIO DE LA PAZ	POBLACION 2019	HOGARES	RELACION PONDERADA DE POBLACION
DISTRITO 16	29.085	7.458	3,1%
DISTRITO 17	35.830	9.187	3,8%
DISTRITO 18	62.707	16.079	6,6%
DISTRITO 19	32.217	8.261	3,4%
DISTRITO 20	7.804	2.001	0,8%
DISTRITO 21	56.770	14.556	6,0%
TOTAL	943.758	241.989	100%

Fuente: datos proporcionado por GAM La Paz⁵ – 2019

2.2. Determinación de número de muestras

Con base a los datos sobre el número de viviendas u hogares se procedió a determinar la cantidad de muestras que serán sujetas de análisis.

Para la determinación de toma de muestras recolectadas en fuente domiciliaria se realizó a través del análisis por distrito municipal, tomando como referencia la (NB-743,2019), en la cual describe 3 aspectos importantes que se tuvo en cuenta durante el estudio:

- El lugar no debe ser distante a más de 10 km del centro de recolección, de manera que se eviten mermas, variaciones en peso o en composición. En este punto se tomó en cuenta la participación de las viviendas, condominios y edificios, en las cuales para evitar las variaciones de peso se tuvo un intervalo o separación entre casas de 2 a 3.
- Las instalaciones, deben contar con piso de hormigón, cerco perimetral, puerta de acceso y techo, este último principalmente para la etapa de cuarteo. El área de cuarteo instaló tomando en cuenta las características descritas según la norma NB-743.
- Se debe prever la disponibilidad de un escritorio e implementos para el registro de los datos. Así mismo, de sanitarios: baños y lavamanos para el personal operativo.

El cálculo del tamaño de la muestra estará dado por la distribución normal a un nivel de confianza, error de estimación y valor de la variación. Cuando se conoce el número total de viviendas N y su desviación estándar, el cálculo de tamaño de la muestra estará dado por la siguiente fórmula:

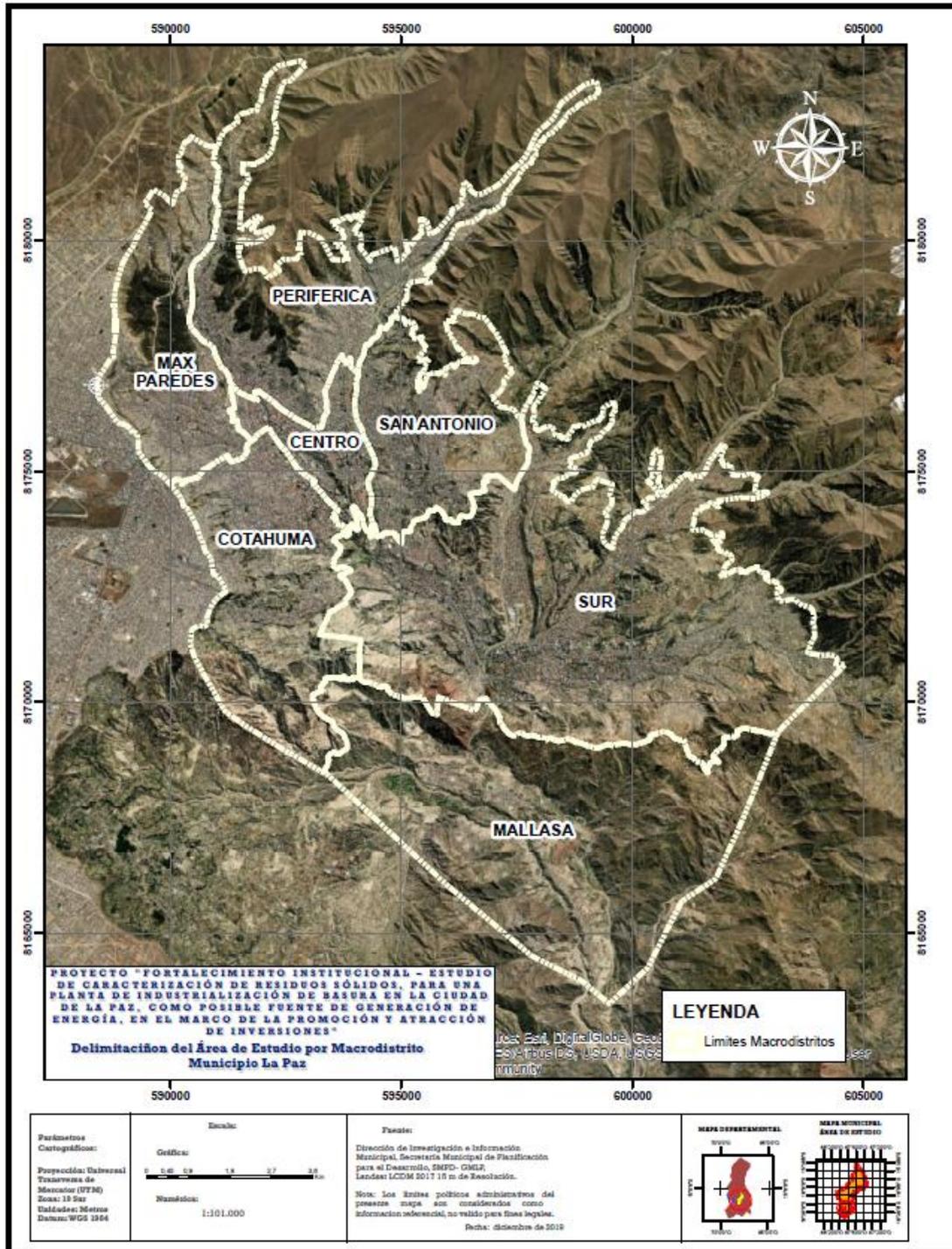
$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

⁵ Fuente: Secretaría Municipal de Planificación para el Desarrollo - Instituto Nacional de Estadística, Censo Nacional de Población y Vivienda 1992, 2001

2.2.1. Determinación del número de muestra en fuente domiciliar por estratos

Para la determinación de la cantidad de muestras se realizó por parte del GAM de La Paz un análisis socioeconómico a nivel de distritos municipales, con el siguiente resultado

Mapa No. 1 Mapa niveles socioeconómicos por distrito municipal, ciudad de La Paz



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el GAMLP

Una vez agrupada la cantidad total de hogares por estrato socioeconómico calcula la cantidad de muestras con las formula anteriormente enunciada. Dando como resultado 1650 muestras. Con el siguiente detalle.

Tabla No. 14 Cantidad de muestras por distritos

ESTRATO	ZONAS O PUNTOS	MUESTRA	HOGARES	ERROR
ALTO	31	465,00	65.801	4,5
BAJO	30	450,00	66.778	4,6
MEDIO	49	735,00	107.171	3,6
TOTAL	110	1.650	239.750	2,4

Fuente: Términos de Referencia del Estudio

Así mismo se sugieren 110 puntos de trabajo, considerando esto tenemos la siguiente distribución de muestras de fuente domiciliaria por distrito municipal.

Tabla No. 15 Distribución de muestras por distrito municipal y nivel socioeconómico

MUNICIPIO DE LA PAZ	HABITANTES	HOGARES	PONDERADO	ZONA DE TRABAJO	ESTRATO SOCIOECONOMICO	MUESTRAS POR DISTRITO
Distrito 1	34.857	8.938	3,7%	5	alto	75
Distrito 2	41.547	10.653	4,4%	5	alto	75
Distrito 3	36.971	9.480	3,9%	4	alto	60
Distrito 4	54.990	14.100	5,8%	6	medio	90
Distrito 5	52.164	13.375	5,5%	6	bajo	90
Distrito 6	40.023	10.262	4,2%	5	alto	75
Distrito 7	63.653	16.321	6,7%	6	bajo	90
Distrito 8	46.762	11.990	5,0%	5	alto	75
Distrito 9	55.282	14.175	5,9%	7	bajo	105
Distrito 10	30.289	7.766	3,2%	4	medio	60
Distrito 11	87.101	22.334	9,2%	10	medio	150
Distrito 12	51.033	13.085	5,4%	6	bajo	90
Distrito 13	50.842	13.036	5,4%	6	medio	90
Distrito 14	35.546	9.114	3,8%	4	medio	60
Distrito 15	38.285	9.817	4,1%	4	medio	60
Distrito 16	29.085	7.458	3,1%	3	bajo	45
Distrito 17	35.830	9.187	3,8%	4	medio	60
Distrito 18	62.707	16.079	6,6%	7	alto	105
Distrito 19	32.217	8.261	3,4%	4	medio	60
Distrito 20	7.804	2.001	0,8%	2	bajo	30
Distrito 21	56.770	14.556	6,0%	7	medio	105
TOTAL	943.758	241.989	100,0%	110		1650

Fuente: Elaboración propia con datos GAMLP

2.2.2. Determinación del número de muestra en fuente no domiciliaria

Para las fuentes no domiciliarias se define 500 muestras distribuidas de la siguiente forma: 25 muestras para mercados, 139 muestras para expendio de comida, 39 muestras para servicios de hospedaje, 70 muestras para unidades educativas, 97 muestras para instituciones públicas y privadas, 90 muestras para industrias y 41 muestras para establecimientos de salud.

Tabla No. 16 Cantidad de muestras no domiciliarias

N°	RUBRO	FUENTE GENERADORA	UNIDAD	MUESTRAS
1	COMERCIALES	MERCADOS	MERCADOS	25
		EXPENDIO DE COMIDA	ESTABLECIMIENTOS	139
		SERVICIO HOSPEDAJE	ESTABLECIMIENTOS	39
2	INSTITUCIONALES	UNIDADES EDUCATIVAS	UNIDAD EDUCATIVA	70
		INSTITUCIONES (BANCOS, OFICINAS)	INSTITUCION	97
3	HOSPITALARIOS	HOSPITALES 1ER, 2DO, 3ER NIVEL / VETERINARIA, FARMACIAS, ENFERMERIAS	ESTABLECIMIENTO DE SALUD	41
4	INDUSTRIALES	GRANDES, MEDIANOS Y PEQUEÑOS	INDUSTRIA	90
	TOTAL			500

Fuente: Términos de Referencia – MPD

A continuación, realizaremos a la distribución de las cantidades de muestras para cada rubro de generación. Considerando criterios de tipo, tamaño y cantidad.

Tabla No. 17 Cantidad de muestras de mercados por tipo de generador

GENERADOR	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD DE MUESTRAS
MERCADOS	84	69%	17
MICROMERCADOS	12	10%	3
SUPERMERCADO	26	21%	5
TOTAL	122	100%	25

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 18 Cantidad de muestras para expendio de comidas por generador

TIPO ESTABLECIMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	MUESTRAS
BROSTISERIA	39	1,9%	5
CAFETERIA	32	1,5%	5
PATIOS DE COMIDA	13	0,6%	3
PENSIONES	203	9,7%	14
PIZZERIAS	51	2,4%	5
POLLOS	77	3,7%	5

TIPO ESTABLECIMIENTO	CANTIDAD	PORCENTAJE	MUESTRAS
RESTAURANTE	773	37,1%	48
SNACK	896	43,0%	54
TOTAL GENERAL	2084	100,0%	139

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 19 Cantidad de muestras establecimientos de hospedaje

DETALLE	CANTIDAD	PORCENTAJE	MUESTRAS
ALOJAMIENTO	32	27,4%	11
HOSTAL	47	40,2%	16
HOTEL	22	18,8%	7
MOTEL	7	6,0%	2
RESIDENCIAL	9	7,7%	3
TOTAL	117	100%	39

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 20 Distribución de muestras establecimientos educativos por tamaño

ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	CANTIDAD	PORCENTAJE	MUESTRAS
GRANDES	58	10,64%	7
MEDIANOS	144	26,42%	18
PEQUEÑOS	170	31,19%	22
INSTITUTOS	137	25,14%	18
UNIVERSIDADES	36	6,61%	5
TOTAL GENERAL	545	100,00%	70

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 21 Distribución de muestras en instituciones

TIPO	TAMAÑO	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD DE MUESTRAS
INSTITUCION PUBLICA	GRANDE	342	28%	83
INSTITUCION PRIVADA	MEDIANO	872	72%	14
	TOTAL GENERAL	1214	100%	97

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 22 Distribución de muestras establecimientos de salud por tipo y nivel

ESTABLECIMIENTO DE SALUD	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD DE MUESTRAS
PRIMER NIVEL	151	76%	10
SEGUNDO NIVEL	32	16%	4
TERCER NIVEL	17	9%	3
SUB TOTAL	200	100%	17
ESTABLECIMIENTO SALUD	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD DE MUESTRAS

FARMACIAS	291	19%	4
LABORATORIO CLINICO	51	3%	3
CENTROS ODONTOLOGICOS	1043	70%	14
VETERINARIA	114	8%	3
SUB TOTAL	1499	100%	24
TOTAL	1699		41

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 23 Distribucion de muestras por tamaño de Industria

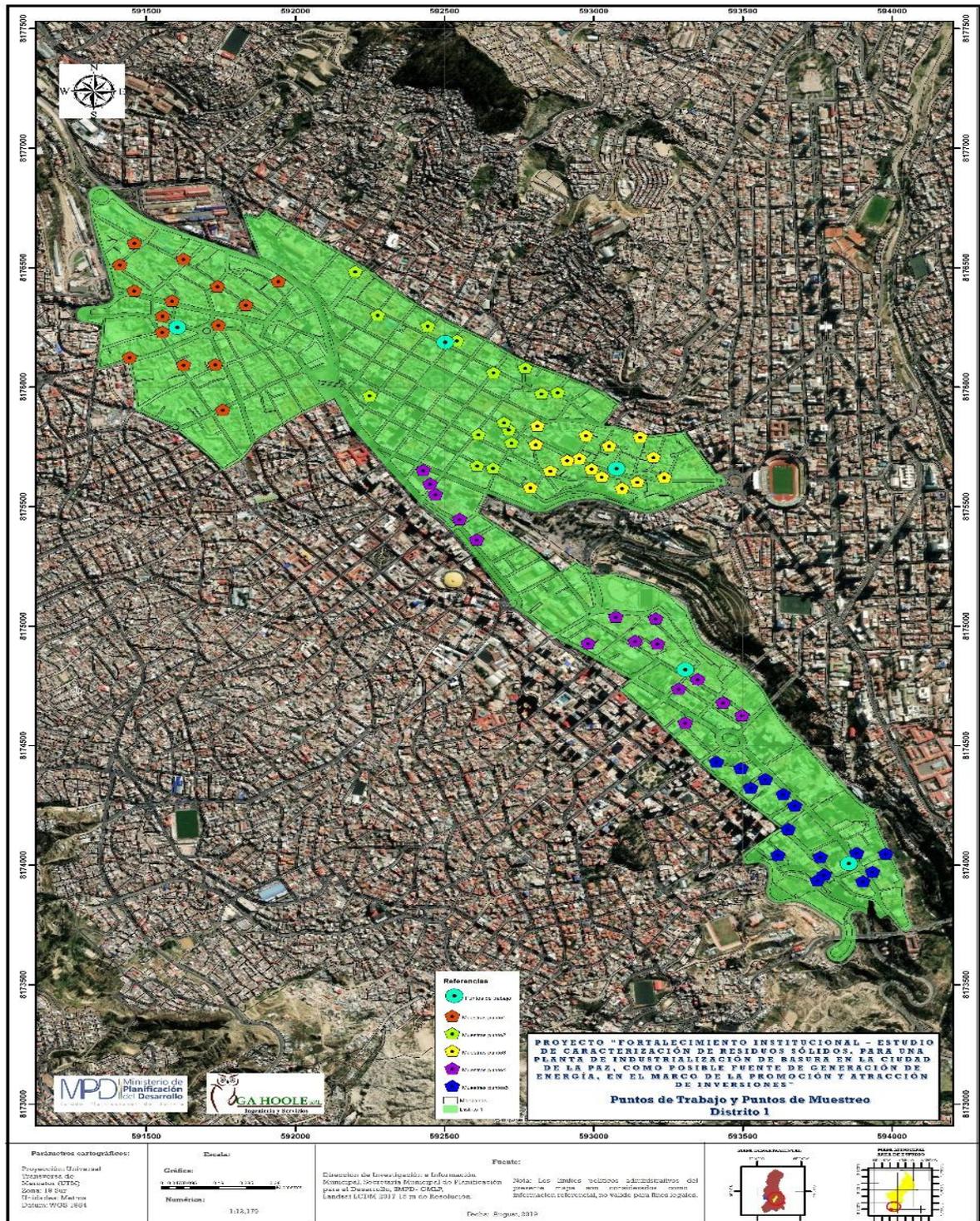
TAMAÑO INDUSTRIA	CANTIDAD	PORCENTAJE	MUESTRAS
GRANDE	139	34%	30
MEDIANA	157	38%	34
PEQUEÑA	116	28%	25
TOTAL GENERAL	412	100%	90

Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Distribución espacial de las muestras de fuente domiciliaria y no domiciliaria

Para realizar la distribución espacial de las muestras se segmentó la ciudad por distrito municipal y se proyectó de manera aleatoria la cantidad de zonas de trabajo, posteriormente se asignó 15 muestras por punto de trabajo. Como ejemplo ponemos el Distrito 1.

Mapa No. 2 Distribución espacial muestras domiciliarias



Fuente: elaboración propia

2.3. Organización para el estudio

2.3.1. Coordinación general

Uno de los componentes prioritarios para el logro de los objetivos establecidos para el presente estudio, ha sido la coordinación institucional, donde la instancia ejecutora y la entidad correspondiente asignada para el seguimiento por parte del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz – GAMLMP como la Secretaria Municipal de Gestión Ambiental – SMGA y el Sistema de Regulación y Supervisión Municipal – SIREMU, trabajando de forma conjunta a través de la participación de sus técnicos en las distintas actividades desarrolladas para el estudio, permitiendo la ejecución de las actividades programadas de forma efectiva.

2.3.2. Conformación y capacitación del equipo de trabajo

Previo el inicio de las actividades operativas, se realizó una capacitación a todo el personal sobre las tareas inherentes al trabajo, donde se tocaron los siguientes tópicos:

- a) Seguridad e higiene laboral
- b) Conductas de trato y atención con el vecino seleccionado en la muestra
- c) Mecanismo de trabajo y registro de datos
- d) Identificación de residuos según sus características

- **1ra CAPACITACION**

La primera capacitación se realizó en el Punto Verde central del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, ubicado en la Avenida Poeta cerca de la parada del teleférico Celeste, dicha capacitación se realizó en fecha 06 de septiembre del presente a horas de la tarde. En esta primera capacitación se logró explicar a los postulantes el objeto del proyecto, la metodología que se iba a desarrollar para cada actividad.

Fotografía No 1 Primer capacitación de personal

DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
En esta primera capacitación asistieron alrededor de 25 postulantes	
Se expuso la metodología de las actividades	



Fuente: Elaboración propia

- **2da CAPACITACION**

La segunda capacitación se realizó en la Universidad NUR La Paz, ubicado en la Plaza España esquina, Mendez Arcos Nº 710, dicha capacitación se realizó en fecha 12 de septiembre del presente a horas de la tarde. En esta segunda capacitación se realizó:

- Presentación de Responsables
- Organización de grupos
- Proyección de muestras

Fotografía No 2 Segunda Capacitación personal operativo

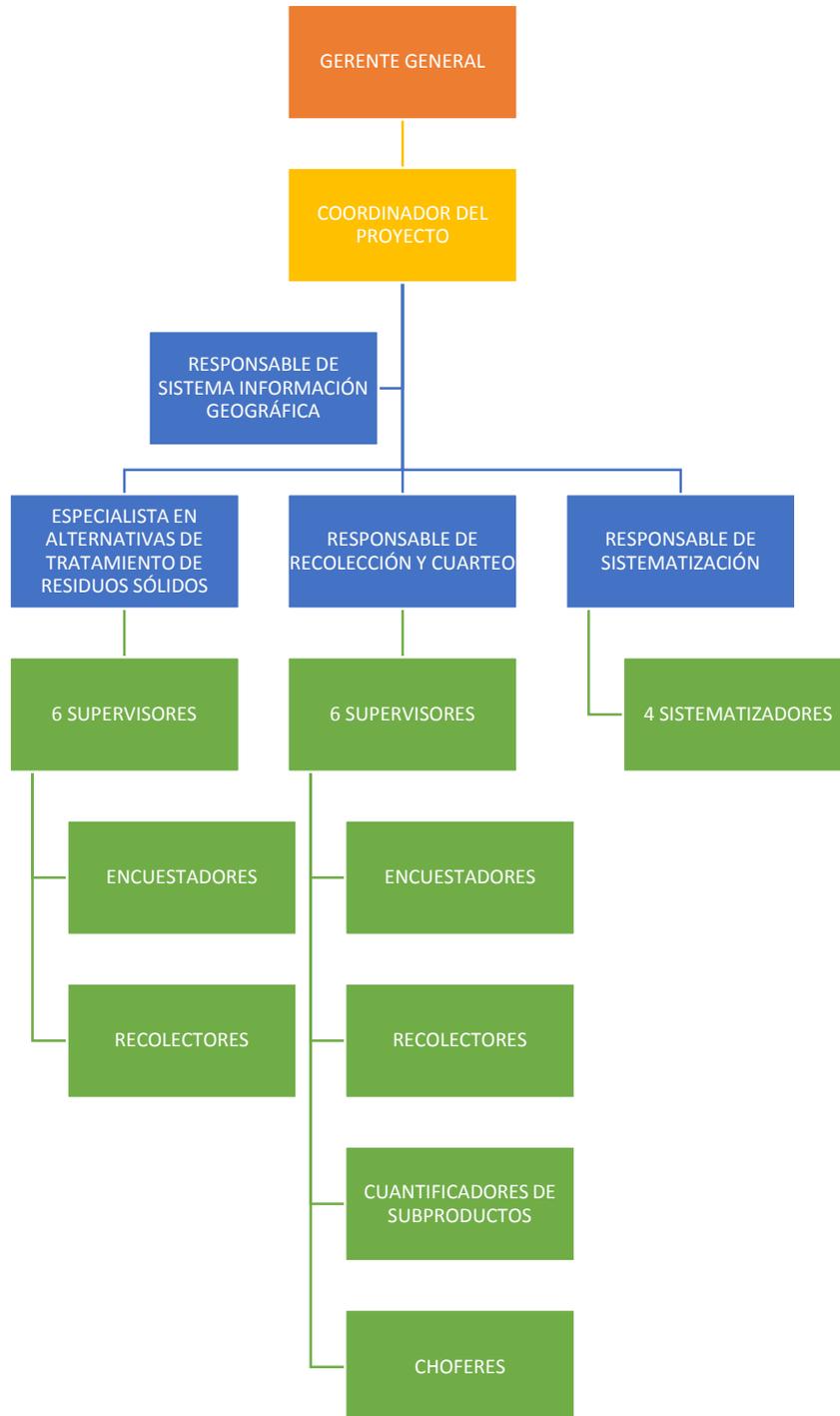
Descripción	fotografía
<p>Mediante diapositivas se expuso de manera detallada la metodología para el desarrollo de las actividades a realizarse.</p>	

Fuente: Elaboración propia

2.3.2.1. Conformación del equipo de trabajo

El personal considerado es de 110 personas organizados por cuadrillas de trabajo con un responsable de grupo y un supervisor de zona.

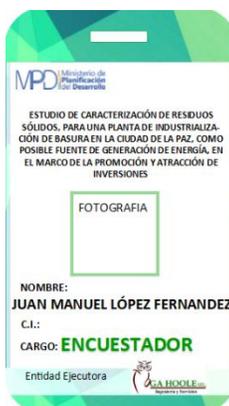
Figura No 3 Organigrama del Estudio



Fuente: elaboración propia

Todo el personal descrito, contó con credencial de identificación, con el siguiente detalle:

Figura No 4 Credencial de identificación de personal



Fuente: Elaboración propia

Cada cuadrilla tuvo 3 personas y 2 cuadrillas estuvieron con un supervisor, más la asignación de dos vehículos. El equipo técnico o personal con el cual se contó para la ejecución del estudio es el siguiente:

Tabla No. 24 Funciones del equipo de trabajo

CARGO	FUNCIONES	N°
COORDINADOR	DIRIGIR, PLANIFICAR, COORDINAR, REPRESENTAR, CAPACITAR, REVISAR, SISTEMATIZAR, REDACTAR EL PRODUCTO	1
ASISTENTE SIG	SISTEMATIZAR EN SIG LA INFORMACIÓN GENERADA Y GRAFICAR LOS RESULTADOS MEDIANTE PLANOS Y OTROS	1
ESPECIALISTA EN ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS	APOYAR LA REDACCIÓN DE LOS PRODUCTOS, CAPACITAR AL PERSONAL Y REALIZAR SEGUIMIENTO AL APOYO DEL COMITÉ TÉCNICO, SUPERVISAR PERSONAL OPERATIVO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	1
RESPONSABLE DE RECOLECCIÓN Y CUARTEO	DIRIGIR Y SUPERVISAR LAS ACTIVIDADES DE CAMPO, EL USO ADECUADO DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES, EL DESARROLLO DE LOS PROCEDIMIENTOS, COORDINAR LA PREPARACIÓN DE MATERIALES Y REGISTRAR LOS DATOS DEL ESTUDIO. CONTROLAR LA ASISTENCIA DE LOS RESPONSABLES DE GRUPO	1
RESPONSABLE DE GRUPO/SUPERVISORES	ENCUESTAR, SENSIBILIZAR, COMUNICAR, DIRIGIR Y APOYAR EL TRABAJO DEL GRUPO EN EL ÁREA ASIGNADA, CONTROLAR LA ASISTENCIA DE LOS OPERARIOS DE RECOLECCIÓN.	12
CHOFER	RECORRER LAS VÍAS SELECCIONADAS Y TRANSPORTAR LOS RESIDUOS HASTA EL ÁREA ACONDICIONADA, SU REQUISITO PRINCIPAL ES CONTAR CON LICENCIA DE CONDUCIR VIGENTE.	12
ENCUESTADORES	APLICAR ENCUESTAS A LA FUENTES DOMICILIARIAS Y NO DOMICILIARIAS	36
RECOLECTORES	RECOLECTAR LAS BOLSAS QUE SE ENTREGARON A LOS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO DE RECOLECCIÓN, EN LAS CONDICIONES REQUERIDAS DEL ESTUDIO.	24

CARGO	FUNCIONES	N°
CUANTIFICADORE DE SUBPRODUCTOS	CLASIFICAR LOS RESIDUOS Y PESAR LAS BOLSAS EN EL PUNTO DE ACOPIO, APOYAR EN LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, MUESTRAS PARA HUMEDAD Y RELACIÓN C/N.	16
RESPONSABLE DE SISTEMATIZACIÓN	CAPACITAR AL PERSONAL EN EL LLENADO DE LOS FORMULARIOS, ANALIZAR LA BASE DE DATOS Y DETERMINAR INDICADORES	1
SISTEMATIZADORES	TRANSCRIBIR TODOS LOS DATOS DE LOS FORMULARIOS A LA BASE DE DATOS	4
TOTAL		111

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio

2.3.3.1. Equipo de protección personal

El equipo de protección personal, constó de un sombrero ala ancha con tapacuello, barbijos normales para la recolección y barbijos N95 para personal de cuantificación de subproductos. Más detalle a continuación



Guantes de látex para personal de recolección de muestra



Barbijo normal para personal de recolección de muestras



Sombrero ala ancha con tapa cuello para personal de recolección de muestras



Chaleco de trabajo para personal de recolección de muestras



Guantes de palma siliconada para personal de recolección de muestras



Guantes de vaqueta para personal de cuantificación de subproductos



Overol de trabajo personal de cuantificación de subproductos



Botas de goma, personal de cuantificación de subproductos



Barbijo N95 para personal de cuantificación



2.3.3.2. *Insumos y herramientas menores*

Cada equipo tendrá la dotación de un envase de alcohol en Gel, además de las siguientes herramientas.

<p>Bolsas de 60 x 80 debidamente identificadas</p>	
<p>Romanilla digital de 50 kg</p>	
<p>Balanza de colgar de 100 kg</p>	
<p>Carpa de 3x3mts para pesaje con cordón.</p>	

<p>Cincho para pesaje de contenedores</p>	
<p>Palas, rastrillos y escobas</p>	

2.3.3.3. *Dotación de equipo de protección al personal – EPP e insumos requeridos*

Se realizó la dotación de EPP a los equipos de trabajo, así como la entrega de insumos necesarios para las diferentes labores a desarrollar en ejecución del proyecto.

De acuerdo al siguiente detalle:

Personal de Recolección

- Chaleco de color beige
- Sombrero de ala ancha color beige
- Guantes de látex
- Guantes de palma siliconada
- Barbijo desechable

Fotografía No 3 Personal recolección con equipo de protección personal

DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
<p>Personal de recolección con los EPP's dotados.</p>	

Personal de cuantificación

- Overol con detalles reflectivos
- Botas de agua
- Lentes de protección transparentes
- Guantes de látex
- Guantes de palma siliconada
- Barbijo N95

Fotografía No 4 Personal de Cuantificación con Equipo de Protección Personal

Descripción	fotografía
<p>Personal de cuantificación de subproducto con EPP</p>	

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.4. Vehículos de transporte

Los vehículos para transporte de las muestras, fueron camionetas de 2 toneladas, con carpa en la parte posterior para evitar el contacto directo del sol con las muestras o que se vuelen por la acción del viento.

Fotografía No 5 Vehículo de recolección de muestras

DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
<p>Vehículo de transporte de muestra con el respectivo grupo de trabajo de recolección.</p>	

2.3.3.5. Lugar de trabajo

El lugar de trabajo proporcionado por el GAMLP está ubicado en la avenida del Poeta, cerca de la parada del teleférico Celeste, es un área de transferencia de residuos reciclables que fueron recolectados de manera diferenciada. Recibe la denominación de Punto Verde Central. El lugar cuenta con un área con piso de cemento y techado, donde se desarrolló el trabajo de cuantificación de subproductos.

Mapa No. 3 Ubicación área de trabajo



Fuente: Elaboración propia con imagen Google Earth



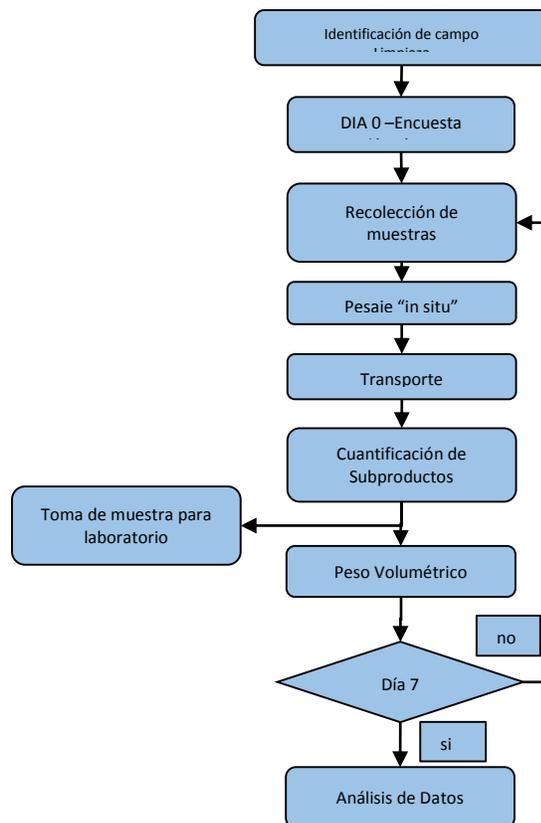
Fuente: Elaboración propia

2.3.4. Sensibilización, empadronamiento y encuesta a viviendas seleccionadas

2.3.4.1. Residuos de fuente domiciliaria

El período de trabajo para residuos domiciliarios tiene una duración de ocho días, previendo iniciar el trabajo el primer día de la semana. Como se indicó, el primer día de recolección fue descartado

Figura No 5 Descripción operativa de la caracterización



Fuente: Elaboración propia

2.3.4.1.1. Identificación de campo

Una vez socializado con el equipo de trabajo los puntos y muestras pre identificadas, se realizó una identificación de campo, para reconocer las rutas y optimizar tiempos de transporte de las muestras.

2.3.4.1.2. Día 0 – encuesta y limpieza

El primer contacto con el vecino es muy importante para el estudio, por eso se capacitó al personal operativo en los objetivos del estudio y la importancia del apoyo de los vecinos con la entrega de sus residuos durante una semana, también se dejó la nota de contacto con el siguiente tenor.

Figura No 6 Carta informativa para el vecino

Estudio de caracterización de residuos sólidos de la Ciudad de La Paz

GRACIAS

¡POR TU COLABORACION CON ESTE IMPORTANTE ESTUDIO!

¡Tú participación en el estudio es muy importante, servirá para determinar indicadores de generación de residuos, que permitan mejorar el servicio de aseo urbano, proponer nuevos proyectos de gestión integral de residuos sólidos, fortalecer las actividades de separación en origen y reciclaje en la ciudad!

Por favor recuerda lo siguiente:

-  Los datos brindados en la encuesta serán mantenidos de forma confidencial y solo serán de uso interno del estudio de investigación. Todos los datos son importantes para entender los factores que influyen en la basura que generamos
-  Continúa con tus hábitos normales, no nos entregues más, ni menos basura de las usualmente botas. Esto es importante para obtener datos reales sobre las cantidades de basura generadas
-  Tus residuos seran analizados de manera conjunta a los de muchos otros hogares para tener una muestra representativa de la ciudad.
-  Es importante para el estudio que nos entregues tus residuos durante los 7 días de la semana, en el caso algún día no puedes atendemos en los horarios desde las 7:00 a las 11:00 de la mañana, por favor avísanos un día antes para darte opciones o buscar alguna alternativa que nos asegure tener tus residuos.



Fuente: Elaboración propia

Una vez que se explicó los objetivos del estudio se aplicó la encuesta, para empadronar la vivienda, y así tener datos que permitieron analizar la generación, la encuesta contenía preguntas sobre el comportamiento respecto a la generación de residuos y opinión respecto al servicio de aseo urbano además de los datos requeridos para determinar la PPC posteriormente.

Una vez aplicada la encuesta se procedió a marcar la vivienda con una viñeta que se pegó con permiso del dueño en la puerta o medidor de energía eléctrica o gas. Para tener la casa señalizada, y así el día siguiente mantener el flujo normal de recolección. El modelo de viñeta es el siguiente

Figura No 7 Modelo de viñeta de identificación de vivienda

							
Zona				Distrito Municipal			
U		R					
Estrato Socioeconómico				Numero de muestra			
A		M		B			
ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PARA UNA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE BASURA EN LA CIUDAD DE LA PAZ, COMO POSIBLE FUENTE DE GENERACIÓN DE ENERGÍA, EN EL MARCO DE LA PROMOCIÓN Y ATRACCIÓN DE INVERSIONES							

Fuente: Elaboración propia en base a propuesta NB-743(2019)

La codificación para muestras en fuente domiciliaria, tanto la viñeta como bolsas de las muestras fueron codificadas, tomando en cuenta los siguientes criterios:

XX- Y - ## - ##

Donde:

Zona XX: Dos (2) iniciales alfanuméricas del distrito o zona (pudiendo ser D1, D2, etc.)

Estrato Y: Una (1) inicial del estrato (pudiendo ser A = Alto, M = Medio y B = Bajo)

Número ##: Indica el número de muestra

Día ##: Indica el número del día de trabajo

Luego de levantamiento de datos, se pidió al vecino que saque toda la basura que tenga, embolsada y posteriormente se le entregó una nueva bolsa la cual fue recolectada al día siguiente.

2.3.4.1.3. Día 1 al día 7 / Recolección de muestras

El horario de recolección debió ser realizada entre las 6:30 a.m. hasta las 11:00 de la mañana, de manera que los residuos sean más representativos, y también para evitar el tráfico vehicular del medio día al momento del transporte.

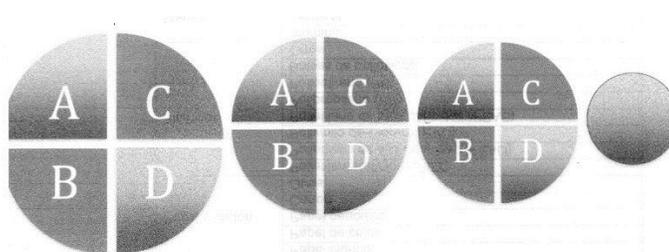
2.3.4.1.4. Pesaje “in situ”

El pesaje de las muestras fue “in situ”, se anotó en el formulario y luego fue cargado al camión de manera ordenada para su posterior transporte.

2.3.4.1.5. Cuarteo de los residuos

Para caracterizar los residuos sólidos domiciliarios, se realizó el método del cuarteo por cada estrato socioeconómico identificado de las bolsas provenientes de cada macro zona. Se procedió a la homogenización de las muestras (bolsas) de cada estrato socioeconómico, dividiendo en cuatro partes aproximadamente iguales. Las partes opuestas A y D o B y C se retiraron para descarte y las partes sobrantes, nuevamente se mezclaron y procedieron con el cuarteo, esta operación se realizó hasta obtener una muestra aproximada de 50 kg para la selección y cuantificación de subproductos.

Figura No 8 Método de cuarteo



Fuente: NB-743(2019)

2.3.4.1.6. Toma de muestra de laboratorio

De las áreas de cuarteo que no ingresaron a la cuantificación de subproductos se tomó la muestra para el análisis físico-químico con un peso de 10 kg, la misma que fue tomada por el Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos IIDEPROQ y UTALAB debidamente señalizada. Los parámetros a obtenidos fueron los siguientes:

Tabla No. 25 Parámetros de análisis físico – químicos

Nº	DESCRIPCIÓN
1	ANÁLISIS DE HUMEDAD
2	ANÁLISIS DE CARBONO ORGÁNICO TOTAL
3	DETERMINACIÓN DE PODER CALORÍFICO SUPERIOR
4	DETERMINACIÓN DE PODER CALORÍFICO INFERIOR
5	ANÁLISIS DE NITRÓGENO TOTAL EN MUESTRA SÓLIDA
6	ANÁLISIS DE MERCURIO
7	ANÁLISIS DE CENIZAS

Fuente: Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos IIDEPROQ - 2019

La toma de muestras se realizó por estrato socioeconómico y en 3 oportunidades para fuentes domiciliarias y 2 oportunidades para fuentes no domiciliarias. En la tabla siguiente vemos con una X los días de toma de muestra.

Tabla No. 26 Detalle de toma de muestras para análisis físico químico de residuos

TOMA DE MUESTRA – FUENTE DOMICILIARIA							
DÍA 0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7
		X		X		X	
N°	RUBRO	FUENTE GENERADORA – NO DOMICILIARIA	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	
1	COMERCIALES	MERCADOS					
		EXPENDIO DE COMIDA		X		X	
		SERVICIO HOSPEDAJE					
2	INSTITUCIONALES	UNIDADES EDUCATIVAS		X		X	
		INSTITUCIONES (BANCOS, OFICINAS)		X		X	
3	HOSPITALARIOS	HOSPITALES 1ER, 2DO, 3ER NIVEL / VETERINARIA, FARMACIAS, ENFERMERIAS	NO CORRESPONDE TOMA DE MUESTRAS POR BIOSEGURIDAD				
4	INDUSTRIALES	GRANDES, MEDIANOS Y PEQUEÑOS		X		X	

FUENTE: Elaboración propia

Se tomaron, 9 muestras domiciliarias 3 por cada estrato socioeconómico y 8 muestras de fuente no domiciliaria según el detalle descrito en el cuadro anterior, bajo procedimientos establecidos en la Norma Boliviana.

2.3.4.1.7. Cuantificación de subproductos

La cuantificación de subproductos se realiza para determinar la composición física de los residuos, esta actividad se llevó a cabo en el área dispuesta por el GAM La Paz, los residuos de la muestra final se separaron en los siguientes subproductos.

Tabla No. 27 Tipo de residuos y subproductos cuantificados

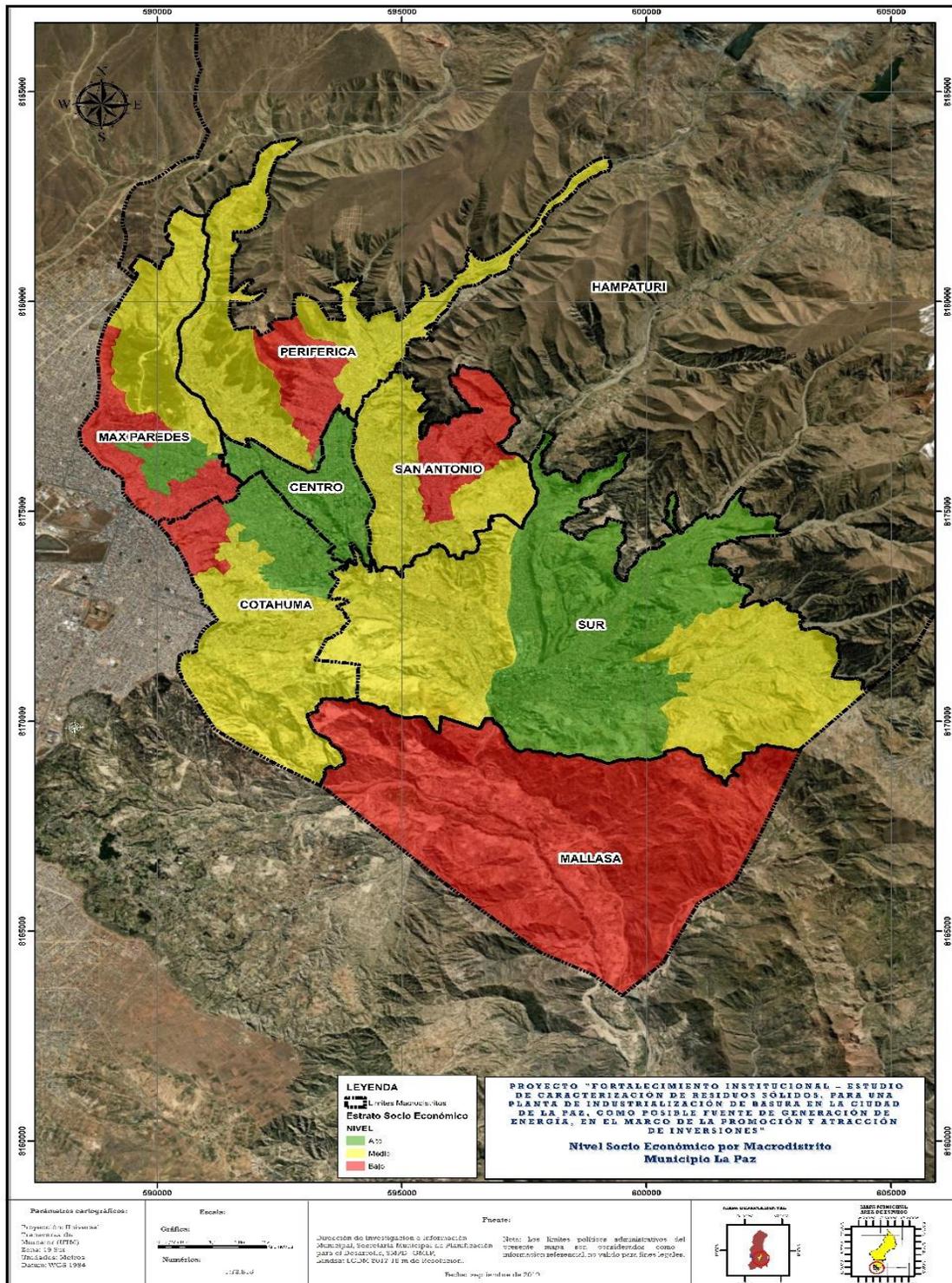
TIPO DE RESIDUO	SUBPRODUCTO
ORGÁNICOS	RESTOS DE FRUTAS, VERDURAS Y SIMILARES
	RESTOS DE COMIDA
	HUESOS
	MADERA NO TRATADA
	RESTOS DE PODA
PAPEL Y CARTÓN	PAPEL BLANCO
	PAPEL DE COLOR
	PAPEL PERIÓDICO
	CARTÓN
	POLIETILENTEREFALATO (PET)
	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)
	POLIVINILO DE CLORURO (PVC)

TIPO DE RESIDUO	SUBPRODUCTO
PLÁSTICOS	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEAB)
	POLIPROPILENO (PP)
	POLIESTIRENO (PS)
	BOLSAS DE POLIETILENO
METALES	ALUMINIO
	FERROSOS
	NO FERROSOS
VIDRIOS	VIDRIO ÁMBAR
	VIDRIO TRANSPARENTE
	VIDRIO MARRÓN
	VIDRIO PLANO
POLILAMINADOS	TETRABRIK
TELAS Y TEXTILES	TELAS Y TEXTILES
ESPECIALES	RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
	GOMA
	CUERO
PELIGROSOS	BATERÍAS
	PILAS
	MEDICAMENTOS
	GASAS, ALGODÓN USADOS
	ENVASES DE PLAGUICIDAS
	LUMINARIAS INCANDESCENTES Y LÁMPARAS DE DESCARGA
	RESTOS DE PINTURA
	HECES DE ANIMALES
	OTROS
OTROS	SANITARIOS
	MADERA TRATADA
	MELAMINA
	ESCOMBRO
	PLASTOFORM
	MATERIAL FINO O INERTE

Fuente: NB-743 (2019)

La cuantificación se realizó por nivel socioeconómico y agrupados por macrodistritos, por ejemplo, Mallasa es solo estrato bajo, Max Paredes tiene estratos alto, medio y bajo, San Antonio medio y bajo y Centro solo nivel socioeconómico alto. Ver mapa No. 3

Mapa No. 4 Mapa de niveles socioeconómicos existentes en los macrodistritos



Fuente: Elaboración propia con datos del GAM-La Paz

La cuantificación será realizada por nivel socioeconómico y agrupado por macrodistritos, debido a que no todos cuentan con la misma cantidad de distritos ni tipo de estratos socioeconómicos. Ver tabla 27.

Tabla No. 28 Estratos socioeconómicos por Macrodistrito

MACRODISTRITO	ALTO	MEDIO	BAJO
MAX PAREDES	X	X	X
PERIFÉRICA		X	X
CENTRO		X	
SAN ANTONIO		X	X
COTAHUMA	X	X	X
SUR	X	X	
MALLASA			X

Fuente: Elaboración propia

Sin olvidar la heterogeneidad de estratos socioeconómicos y su distribución en dichos macrodistritos (Ver mapa nº 3)

2.3.4.1.8. Densidad de las muestras

Luego del pesaje de las bolsas y cuarteo de los residuos, las partes opuestas resultantes del cuarteo se emplearon para determinar la densidad de los residuos, este procedimiento se realizó hasta obtener la muestra para determinar la composición de los residuos, es decir hasta que la muestra sea aproximadamente 50 kg.

Para determinar el peso volumétrico se empleó un recipiente cilíndrico (turriel) de 200 l de capacidad, debiendo verificando que éste se encuentre en buen estado y que no presente abolladuras o deformaciones

A medida que se llenó su capacidad, se levantó el recipiente aproximadamente 10 cm y se dejará caer de manera directa sobre el piso, esta operación se realizó tres veces continuas. Posteriormente se procedió a determinar el peso del recipiente con los residuos que contenga.

2.3.4.2. Residuos de fuente no domiciliaria

Figura No 9 Metodología de trabajo fuentes no domiciliarias



Fuente: Elaboración propia

En fuentes de generación no domiciliaria, la frecuencia de muestreo fue de cuatro (4) veces por semana de forma continua. Las muestras del primer día fueron descartadas.

La metodología de trabajo fue la misma que la domiciliaria, con la excepción que cambió la cantidad de días intervenidos. La codificación de las muestras tuvo el siguiente detalle.

- a) Zona XX: Dos (2) iniciales de la zona
- b) Tipo de fuente WW: Dos (2) iniciales de la muestra (pudiendo ser ME: Mercado, UE: Unidad Educativa; R: Restaurante, CE: Centro comercial, etc.)
- c) Número # #: Indicar el número de muestra
- d) Día # #: Indicar el número del día de trabajo

XX- WW - # # - # #

2.3.4.2.1. Residuos Establecimiento de salud

Los residuos de establecimientos de salud, tienen su propia normativa y procedimiento para la caracterización según la NB-69002 para esto se realizó el pesaje en situ, previa coordinación con el comité de bioseguridad de cada establecimiento.

2.3.4.3. Análisis de alternativas de aprovechamiento energético

En el marco de la guía de presentación de proyectos de residuos sólidos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua se realizó el análisis de alternativas para plantear 3 escenarios ya sean para aprovechamiento, industrialización o valorización energética. Contemplando las dimensiones de gestión y componentes del servicio. Esos escenarios fueron evaluados y comparados los unos con los otros en sus dimensiones técnicas, económicas, sociales, institucionales y ambientales. Se desarrolló para cada dimensión criterios de evaluación de los escenarios (cualitativos y cuantitativos).

Para la realización de este producto fue importante conocer información actual de la entidad responsable de aseo urbano en el municipio, como estudios previos realizados, alternativas de recolección diferenciada, contenerización y otros aspectos operativos que repercuten las características del residuo previo a su tratamiento.

El comité técnico se reunió de manera previa para ajustar los criterios de evaluación de las dimensiones consideradas y tener opciones tecnológicas consensuadas. Considerando las siguientes actividades.

Figura No 10 Actividades análisis de alternativas tecnológicas



Fuente: Lineamientos técnicos para la implementación de sistemas de tratamiento térmico de residuos (STTR) - MMAyA

2.3.5. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

2.3.5.1. Estrategia de seguridad e higiene

Para garantizar la seguridad e higiene del personal operativo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos, se desarrollaron actividades de control y supervisión para proteger la salud y brindar seguridad durante la etapa de trabajo de campo.

Para este fin se consideraron las causas de riesgos potenciales en el desarrollo del trabajo, siendo los siguientes en función a su origen: 1. Condiciones inseguras de trabajo y 2. Negligencias del propio trabajador.

- **Las principales condiciones de inseguridad en el trabajo son:**
 - ✓ Bajar y subir de manera irresponsable de los vehículos de recolección de muestras
 - ✓ Caminar sin cuidado en las aceras de las viviendas
 - ✓ No tener cuidado con los animales de las viviendas
 - ✓ Recoger residuos con las manos, sin el empleo de guantes, puede producir cortaduras si se tropieza con vidrios rotos u objetos punzocortantes.
 - ✓ No llevar ropa adecuada ni equipos de protección personal.
 - ✓ No realizar la limpieza de las instalaciones al final del día
 - ✓ Ingerir alimentos con las manos sucias
- **Entre los actos de negligencia más comunes de los trabajadores son:**
 - ✓ No usar la ropa ni el equipo personal de protección.
 - ✓ Levantar en forma indebida objetos pesados.
 - ✓ No prestar atención a la descarga del camión recolector de muestras.
 - ✓ Fumar durante la jornada de trabajo.
- **Recomendaciones para minimizar los problemas anteriores:**

Se deben identificar cuidadosamente todas las condiciones inseguras y las causas más comunes de accidentes de trabajo a que está expuesto el trabajador con el objeto de darles la solución adecuada.

 - ✓ Evaluar las causas de accidentes más comunes y adoptar las medidas preventivas del caso.
 - ✓ Proveer al personal de equipo de protección personal para la jornada de trabajo.
 - ✓ Dotar a los trabajadores de los Equipos de Protección Personal EPP, tales como guantes, botas, gorra o sombrero y, por lo menos.

El supervisor controló el cumplimiento de las normas de seguridad en el trabajo.

2.3.5.2. Equipos de Protección Personal (EPP).

Se dotó a todos los trabajadores, la indumentaria y equipos de protección personal (EPP) para desarrollar sus actividades de manera normal y segura, según la función que desarrollaron.

- **Recolectores de muestras:** Contaron con los EPPs siguientes como mínimo:
 - Sombrero ala ancha tapa cuello
 - Chaleco de trabajo

- Guantes
- Barbijos
- Alcohol en Gel
- Botines
- **Cuantificadores de subproductos:** Contaron con los EPPs siguientes como mínimo:
 - Overol de trabajo
 - Botas de goma
 - Gafas de seguridad
 - Guantes
 - Barbijos N95
 - Alcohol en gel

Diariamente y por razones de seguridad, se realizó el registro de los operadores para el uso obligatorio de los EPP, cumpliendo así la estrategia de Seguridad e Higiene.

El supervisor revisó diariamente el estado de la indumentaria y los EPP. En caso de encontrarse alguna falla o rotura, debía comunicarse inmediatamente con el jefe de proyecto para su recambio. Asimismo, verificó su correcta utilización en forma diaria.

2.3.5.3. Prevención de contrariedades

Polvo.

Cuando las condiciones tienden a generar polvo ya sea en el área de descarga o en el área de operación misma, tales áreas se rociaron con agua. Todas las áreas sometidas a tráfico.

Labores de mantenimiento

Existen una serie de actividades encaminadas al mantenimiento de los sistemas operativos, con el fin de garantizar su apropiado funcionamiento. En el desarrollo del estudio se tomaron en cuenta las siguientes:

Herramientas.

Una vez concluidas las labores diarias, las herramientas se dejaron limpias y, en caso de daños, debieron ser reparadas o sustituidas a la mayor brevedad.

Vía de acceso y camino interno.

La vía de acceso al frente de trabajo, se mantuvieron en adecuadas condiciones de operación. El frente de trabajo se mantuvo ordenado y sin material disperso.

Material disperso.

Es importante mantener limpias las áreas adyacentes al frente de trabajo diario, evitando la acumulación de papeles arrastrados por el viento.

Al término de la jornada los trabajadores deben recoger todos estos materiales dispersos y depositarlos en el sitio donde corresponda

Aseo de instalaciones.

Se dejó limpia el área de trabajo diario, al final de la jornada por parte de los operadores o cuantificadores de subproductos



2.4. EJECUCION DEL ESTUDIO

2.4.1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN FUENTES DOMICILIARIAS

2.4.1.1. Determinación de la generación per-cápita

Respecto a la determinación de generación per-cápita, se realizó el trabajo de campo en 9 días considerando un día previo para aplicación de encuestas y desarrollo de confianza con el vecino según la Norma Boliviana 743. El estudio se inició el día viernes 20 de septiembre con la aplicación de encuestas. El día 21 como Día 0 y luego 7 días de pesaje hasta el día sábado 29 de septiembre. Se adjuntas las planillas de aplicación de encuestas y registros de pesos diarios, así como la planilla de sistematización para el análisis de la generación per cápita.

2.4.1.1.1. Desarrollo de trabajo de campo fuente domiciliaria

Para el relevamiento de información a través de encuestas, se planteó un esquema de trabajo por grupos en las diferentes zonas muestrales, el proceso aplicado para la ejecución del relevamiento de información se da a conocer en el presente informe:

Tabla No. 29 Distribución de muestras por distritos y macrodistritos

MACRO	DISTRITO	ESTRATO	MUESTRAS POR DISTRITO	PARADAS	TOTAL DE MUESTRAS	RECOLECTORES	CAMIONES
CENTRO Y COTAHUMA	Distrito 1	ALTO	75	5	390	12	3
	Distrito 3	ALTO	60	4			
	Distrito 4	MEDIO	90	6			
	Distrito 5	BAJO	90	6			
	Distrito 6	ALTO	75	5			
MAX PAREDES	Distrito 7	BAJO	90	6	330	10	2
	Distrito 8	ALTO	75	5			
	Distrito 9	BAJO	105	7			
	Distrito 10	MEDIO	60	4			
PERIFERICA	Distrito 11	MEDIO	150	10	330	10	2
	Distrito 12	BAJO	90	6			
	Distrito 13	MEDIO	90	6			
	Distrito 2	ALTO	75	5			
SAN ANTONIO	Distrito 14	MEDIO	60	4	300	10	2
	Distrito 15	MEDIO	60	4			
	Distrito 16	BAJO	45	3			
	Distrito 17	MEDIO	60	4			
SUR Y MALLASA	Distrito 18	ALTO	105	7	300	9	2
	Distrito 19	MEDIO	60	4			
	Distrito 20	BAJO	30	2			
	Distrito 21	MEDIO	105	7			
TOTALES			1650	110	1650	51	11

Fuente: Elaboración propia

2.4.1.1.2. Formulario de encuesta

Con base al modelo de propuesta preliminar presentada para el levantamiento de información en campo, se ha trabajado en coordinación con la instancia supervisora del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz delegada para el desarrollo del estudio SMGA y SIREMU. A través de esta coordinación se consensuó el modelo final de la encuesta aplicada en campo para el levantamiento de información, misma que se adjunta al presente informe.

2.4.1.1.3. *Formulario de pesaje de generación de residuos sólidos domiciliarios*

Este formulario ha permitido el relevamiento de información en campo de forma efectiva, permitiendo llevar un correcto control de las muestras de pesaje obtenidas en las distintas zonas muestrales para su consiguiente tabulación y sistematización en gabinete.

Todas las planillas relevadas en campo por los equipos de trabajo en las distintas zonas muestrales, fueron recepcionadas por un equipo de sistematización y de control de calidad, quienes son los responsables del resguardo de estas planillas hasta su procesamiento final y obtención de resultados finales.

2.4.1.1.4. *Recolección*

Para la recolección de muestras en las diferentes zonas de muestreo, se trabajó con un proceso detallado paso a paso a continuación:

Fotografía No 5 Recolección de muestras domiciliarias

DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
<p>a) Contacto inicial</p> <p>En la fotografía se puede apreciar el contacto inicial con el vecino, para solicitar amablemente colabore con la entrega de sus residuos como se acordó con anterioridad.</p>	
<p>b) Entrega de residuos</p> <p>Los vecinos informados de los objetivos del estudio, colaboran con el trabajo y realizan la entrega de sus residuos.</p>	

c) Entrega de nuevas bolsas

Una vez realizada la entrega de residuos por parte de los vecinos, se hace la entrega de una nueva bolsa para el siguiente día, en algunos casos se hace la entrega de más bolsas a requerimiento.



d) Pesaje y registro de las muestras

Una vez los residuos son recepcionados y transportados al camión por el equipo de trabajo, la muestra es pesada y registrada conforme a su codificación correspondiente.



e) Transporte de las muestras al área de cuantificación

Una vez finalizada la jornada de trabajo con las muestras debidamente codificadas, los residuos son transportados al Punto Verde Central del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, ubicado en la Av. Del Poeta, donde se procederá a la cuantificación de todas las muestras obtenidas.



Fuente: Elaboración propia

2.4.1.1.5. Formularios de cuantificación de residuos domiciliarios

El procedimiento de cuantificación de las muestras obtenidas permitió el desarrollo del trabajo de forma adecuada con base a la planificación realizada por medio del formulario de cuantificación. El formulario de cuantificación se encuentra adjunto al presente informe.

2.4.1.1.6. Sistematización de la información para la determinación de PPC y PPCD

Tanto las planillas de pesaje obtenidas en las distintas zonas muestrales como los formularios de cuantificación, son almacenadas y resguardadas por el equipo de sistematización y de control de calidad hasta su correspondiente procesamiento para la determinación del PPC Y PPCD, acorde a los objetivos y plazos establecidos para el desarrollo del presente estudio

Fotografía No 6 Equipo se sistematización y control de calidad



Fuente: Elaboración propia

2.4.1.1.7. Registro de toma de muestras

El registro de toma de muestras fue ejecutado por medio una planilla que permitió la correcta codificación en cada una de las unidades muestrales.

Fotografía No 7 toma de muestra residuos domiciliarios



Fuente: Elaboración propia

2.4.1.2. Determinación de la densidad

A continuación, se realiza una descripción del proceso de determinación de la densidad de las muestras realizado en el Punto Verde Central del GAMLP.



a) Determinación de la densidad

Posterior al proceso de cuantificación por componentes se realiza la determinación de la densidad volumétrica.

Para esto, se depositan los residuos en un recipiente de dimensiones conocidas, con base al valor obtenido se obtiene el peso sobre volumen, peso/volumen conociendo la densidad de los mismos.



b) Registro de datos

Finalmente se registran todos los datos obtenidos para su sistematización y análisis de datos.



Fuente: Elaboración propia

2.4.1.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

A continuación, se realiza una descripción del proceso de determinación de la composición física de los residuos sólidos de las muestras realizado en el Punto Verde Central del GAMLP.

Fotografía No 8 Cuantificación de subproductos

DESCRIPCIÓN.-	FOTOGRAFÍA
<p>a) Traslado de muestras al Punto Verde Central - PVC</p> <p>Las muestras recolectadas en las distintas zonas muestrales llegan al Punto Verde Central para su correspondiente cuantificación.</p>	
<p>b) Descarga de muestras al área de cuantificación</p> <p>Las muestras son descargadas cuidadosamente y transferidas al área de cuantificación.</p>	
<p>c) Preparación de cuantificación</p> <p>Se extiende la lona en el piso, prepararan las herramientas y vacían las bolsas de residuos</p>	

d) Homogenización de las muestras

Los residuos son dispuestos en el área destinada para la cuantificación donde son homogenizados para su posterior cuantificación.



e) Separación por subproductos

Se realiza la identificación y separación de los residuos por los diferentes subproductos de materiales para clasificar los residuos y conocer la composición física.



2.4.2. RECOLECCION DE MUESTRAS EN FUENTES NO DOMICILIARIAS

Habiendo concluido la etapa de recolección de muestras de fuente domiciliaria, se tuvo el proceso la recolección de muestras de fuentes no domiciliarias

Para el estudio de caracterización de residuos se ha calculado un número de 500 muestras para fuentes no domiciliarias distribuidas en los distritos del municipio de La Paz.

Para la recolección de muestras en fuentes no domiciliarias se trabajó con un proceso diferenciado por áreas de trabajo. Las áreas concluidas son:

Tabla No. 30 Fuentes generadoras no domiciliarias

N°	RUBRO	FUENTE GENERADORA	UNIDAD	MUESTRAS
1	COMERCIALES	MERCADOS	MERCADOS	25
		EXPENDIO DE COMIDA	ESTABLECIMIENTOS	139
		SERVICIO HOSPEDAJE	ESTABLECIMIENTOS	39
2	INSTITUCIONALES	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	UNIDAD EDUCATIVA	75
		INSTITUCIONES (BANCOS, OFICINAS)	INSTITUCION	97
3	HOSPITALARIOS	HOSPITALES 1ER, 2DO, 3ER NIVEL / VETERINARIA, FARMACIAS, ENFERMERIAS	ESTABLECIMIENTO DE SALUD	41
4	INDUSTRIALES	GRANDES, MEDIANOS Y PEQUEÑOS	INDUSTRIA	90
		TOTAL		500

Fuente: Elaboración propia

2.4.2.1. Coordinación previa de inicio de trabajo de campo para la etapa de recolección de muestras de fuentes no domiciliarias.

La planificación para el ingreso de trabajo de campo se realizó con la coordinación previa entre el personal de GA HOOLE, SMGA⁶ y SIREMU⁷. En fecha 1 de octubre del presente año, se realizó una mesa de trabajo en oficinas de SIREMU, con el objetivo de planificar y consensuar criterios para el inicio de trabajo de campo para residuos no domiciliarios, en la reunión se encontraban presentes:

Tabla No. 31 Listado de participantes reunión de coordinación

NOMBRE	INSTITUCIÓN
ADELA LINARES SIÑANI	SIREMU – GAMLP
JOSÉ MARÍA DEHEZA	SIREMU – GAMLP
RILIANA GONZALES RÍOS	HOSPITAL MUNICIPAL LA PORTADA
CECILIA NAVARRO VALENZUELA	DPCA-SMGA-GAMLP
NAYDA GRACE MARCONI SIÑANI	CÁMARA NACIONAL DE INDUSTRIAS - CNI
MARCELA ADRIANA CANAZA	EMPRESA GA HOOLE
SILVIA E. MAMANI CLEMENTE	EMPRESA GA HOOLE
VÍCTOR HUGO OROZCO LOZA	ACC-SMECC
NADIEZDHA GODOY	SMGA
JOSÉ FEDERICO JEREZ	EMPRESA GA HOOLE
SOLEDAD VILLALOBOS CHAMBI	EMPRESA GA HOOLE
FERNANDO AVERANGA GONZALES	EMPRESA GA HOOLE

Fuente: Elaboración propia

Cada una de las mesas de trabajo fue conformada por un representante de la SMGA o SIREMU y GAHOOLE además del representante del rubro correspondiente.

Producto de esta reunión se consolidó un acta de compromisos y criterios consensuados, logrando enfocar las futuras gestiones de forma más acertada para el alcance de los objetivos deseados de estudio.

Dentro de los compromisos asumidos destacan:

- 1.- La empresa GA HOOLE remite a la CNI el listado de industrias para que efectúen la revisión correspondiente.
- 2.- Se sugirió resaltar en la nota de remisión a industrias que solo se realizará el estudio de los residuos asimilables a comunes.
- 3.- Se sugiere realizar la entrega de certificados de participación a las industrias que acepten participar en la caracterización.

⁶ Secretaria Municipal de Gestión Ambiental.

⁷ Sistema de Regulación y Supervisión Municipal.

Es importante enfatizar en el cumplimiento de los compromisos mencionados.

Fotografía No 9 Coordinación previa de inicio de trabajo de campo para la etapa de recolección de muestras de fuentes no domiciliarias

MESA DE TRABAJO PARA ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS



MESA DE TRABAJO PARA ESTABLECIMIENTO DE SALUD



MESA DE TRABAJO PARA INDUSTRIAS



Fuente: Elaboración propia

Con base a esta coordinación previa, se prosiguió con la caracterización en mercados, expendios de comida, servicios de hospedaje y establecimientos de salud.

2.4.3. RECOLECCION DE MUESTRAS COMERCIALES - RUBRO MERCADOS

2.4.3.1. Determinación de la generación per-cápita

2.4.3.1.1. Planificación operativa

Para la caracterización de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios de los establecimientos de consumo masivo se tomó en cuenta la Normativa Boliviana 743 (2019), los cuales se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad y responsabilidad del rubro, trabajando con el detalle de referencia detallado en la tabla 31.

Tabla No. 32 Cantidad de muestras de establecimientos de consumo masivo

GENERADOR	CANTIDAD	PORCENTAJE	CANTIDAD DE MUESTRAS
MERCADOS	84	69%	17
MICROMERCADOS	12	10%	3
SUPERMERCADO	26	21%	5
TOTAL	122	100%	25

Fuente: Elaboración propia

Una vez socializado con el equipo de trabajo los puntos de muestreo pre identificados, se realizó un reconocimiento de campo, diseño de rutas, optimización de tiempos de transporte de las muestras, entre otras observaciones.

Posterior al trabajo de reconocimiento de campo se realizó la recolección de muestras en servicios o establecimientos de consumo masivo.

Fotografía No 10 Trabajo fuente generadora mercados

REUNIÓN CON LA DIRECCIÓN DE MERCADOS DEL MUNICIPIO DE LA PAZ



ELABORACIÓN DE LA ENCUESTA PRELIMINAR



RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENVÍO DE NOTAS



INICIANDO EL TRABAJO DE EMPADRONAMIENTO EN MERCADOS.



INICIANDO EL TRABAJO DE EMPADRONAMIENTO EN MERCADOS



APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS.



Fuente: Elaboración propia

El listado de los establecimientos de consumo masivo que se trabajaron para el presente estudio se detalla en los siguientes cuadros.

Tabla No. 33 Supermercados que trabajaron en el estudio

SUPERMERCADOS			
1	KETAL SUPER MERCADO	SUR	MEGACENTER – IRPAVI
2	SUPER SUR FIDALGA S.R.L.	COTAHUMA	PLAZA AVAROA, SÁNCHEZ LIMA
3	KETAL S.R.L.	SOPOCACHI	AV. ARCE
4	HIPERMAXI	CENTRO-TORREZ MALL	AV. ARCE, SAN JORGE, ESQ. PLAZA ISABEL LA CATÓLICA
5	HIPERMAXI	SOPOCACHI	CALLE ROSENDO GUTIÉRREZ

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 5 supermercados trabajados para el presente estudio.

Tabla No. 34 Micromercados que trabajaron en el estudio

MICROMERCADOS			
1	FORTALEZA	CENTRO-MIRAFLORES	CALLE COROICO Y CALLE UCHUMAYO
2	MINI MARKET CHARLEYS	CENTRO-MIRAFLORES	AV. SAAVEDRA CALLE DÍAZ ROMERO
3	BIO NATURAL	CENTRO-MIRAFLORES	AV. SAAVEDRA CALLE DÍAZ ROMERO, EDIF. IBITA

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 3 micromercados trabajados para el presente estudio

Tabla No. 35 Mercados que trabajaron en el estudio

MERCADOS			
1	MERCADO URUGUAY	MAX PAREDES	AV. MAX PAREDES ESQ. GRANEROS
2	MERCADO MODELO YUNGAS	MIRAFLORES	CALLE YUNGAS Y C. CATAORA
3	MERCADO MODELO CAMACHO	CENTRO	AV. SIMÓN BOLÍVAR ESQ. BUENO
4	MERCADO MODELO 16 DE JULIO	SUR	CALLE 16 DE OBRAJES
5	MERCADO DE LAS FLORES	MAX PAREDES	AV. BAUTISTA ESQ. CALLE BUENO
6	MERCADO EL TEJAR	MAX PAREDES	EL TEJAR AV. HÉROES DEL PACÍFICO
7	MERCADO STRONGEST	COTAHUMA	AV. VÍCTOR AGUSTÍN HUGARTE
8	MERCADO MODELO MIRAFLORES	MIRAFLORES	CALLE DÍAZ ROMERO
9	MERCADO SANCHEZ LIMA	COTAHUMA	CALLE CANONIGO AYLLON
10	M. BAJO MARISCAL SANTA CRUZ	MAX PAREDES	CALLE YACUMA ALCIDES ARGUEDAS
11	MERCADO AMAPOLA	COTAHUMA	C. ZOILO FLORES Y PEDRO RODRÍGUEZ
12	MERCADO SOPOCACHI	COTAHUMA	CALLE FERNANDO GUACHALLA
13	MERCADO ANTOFAGASTA	PERIFERICA	AV. PERÚ ENTRE CALLE URUGUAY Y AV. ARMENTIA
14	MERCADO RODRIGUEZ	MAX PAREDES	CALLE PEDRO RODRÍGUEZ ESQ. MAX PAREDES
15	MERCADO CALATAYUD	MAX PAREDES	CALLE CALATAYUD ESQ. AV. BAPTISTA
16	MERCADO BELÉN	COTAHUMA	CALLE RODRÍGUEZ ESQ. ZOILO FLORES
17	MERCADO BOLÍVAR CENTRAL	PERIFERICA	CALLE BOLÍVAR Y CALLE CATAORA AV. SUCRE -VILLA PABÓN

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 17 mercados, haciendo un total de 25 mercados trabajados para el presente estudio, en el rubro de establecimientos o servicios de consumo masivo acorde a la propuesta preliminar presentada

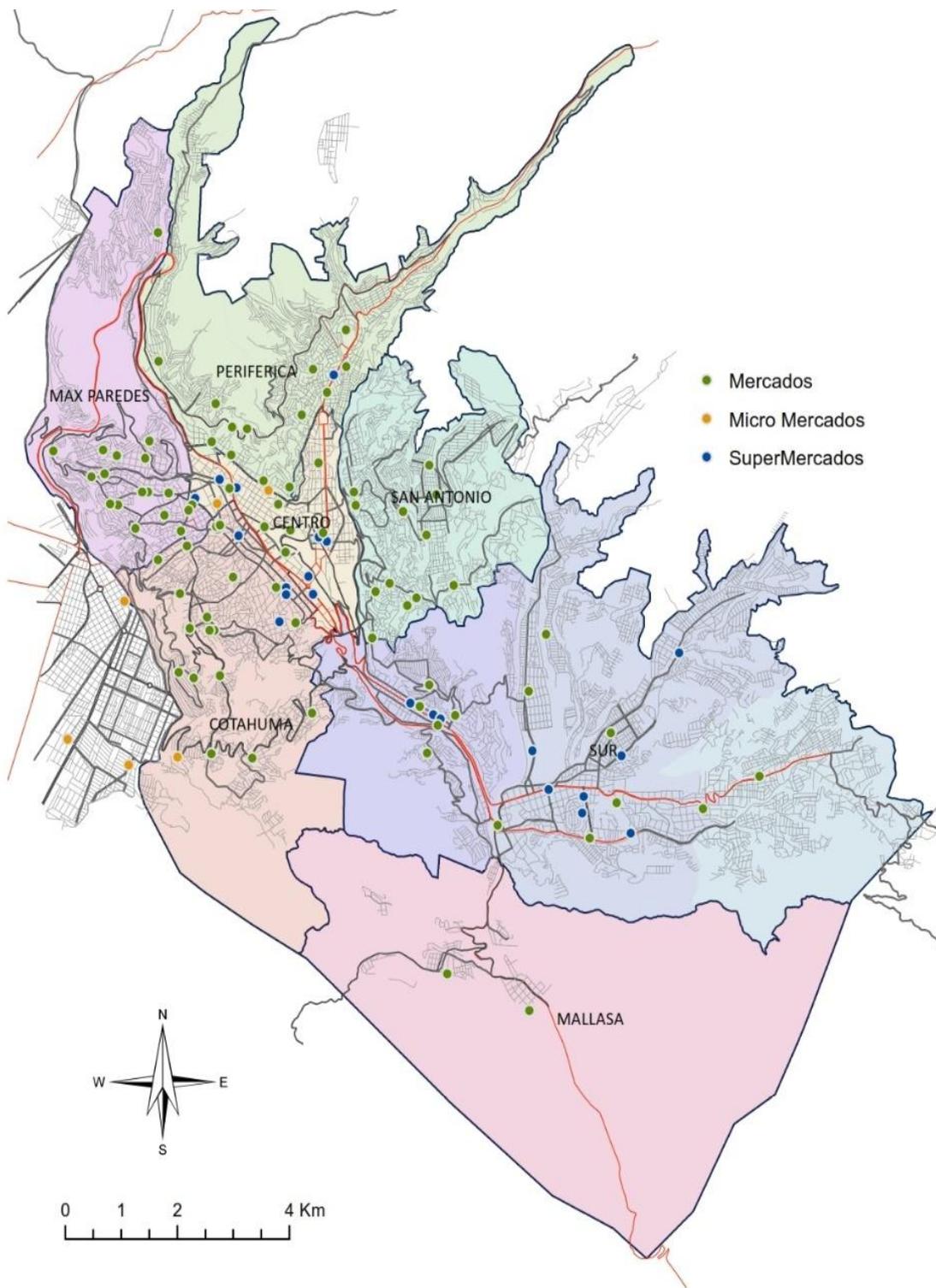
Tabla No. 36 Cuadro resumen de establecimientos de consumo masivo trabajados para el estudio.

Nº	GENERADOR	CANTIDAD DE MUESTRAS
1	MERCADOS	17
2	MICROMERCADOS	3
3	SUPERMERCADO	5
	TOTAL	25

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la distribución de establecimientos de consumo masivo en el municipio de La Paz.

Mapa No. 5 Centro de consumo masivo



Fuente: Elaboración propia

2.4.3.1.2. Formulario de encuesta

Las encuestas son aplicadas en fuentes no domiciliarias una vez explicados los objetivos del estudio, lo que se procura en la encuesta es empadronar al establecimiento de consumo masivo (supermercados, micro mercados y mercados), obteniendo datos que permitan analizar posteriormente la generación, con preguntas sobre el comportamiento respecto a la generación y opinión respecto al servicio de aseo urbano además de los datos requeridos para determinar la PPC.

2.4.3.1.3. Formulario para relevamiento de datos en fuente no domiciliaria

El formulario para el relevamiento de datos es el primer contacto con la fuente generadora para el desarrollo del estudio, permite explicar de forma clara los objetivos del estudio y la importancia de su apoyo con la entrega de sus residuos durante el periodo de muestreo.

2.4.3.1.4. Formularios de registro de pesos de residuos no domiciliarios

En los supermercados se tomó una muestra representativa de 50 kg. Para determinar el peso volumétrico y la cuantificación de sub-productos en el Punto Verde Central. Con base a las disposiciones de la NB 743 se establecen 4 días para la recolección de muestras, donde el primer día corresponde a un día de limpieza o descarte donde no se regenera una planilla de peso. Respecto a las planillas de peso las muestras serán tomadas aleatoriamente de los residuos generados en cada mercado. A partir del día 1 al 3, de manera continua se recogieron las muestras seleccionadas del día de cada mercado, y en micromercados se recolectó el total de residuos generados en el establecimiento y se entregó la bolsa para el siguiente día. Cada bolsa recogida fue registrada en peso “in situ” en el formulario respectivo, posteriormente fue acomodado de manera ordenada en el vehículo y luego transportado hasta el centro de operaciones, donde se realizó la cuantificación de subproductos. En caso de presentarse anomalías como la ausencia o cierre de los establecimientos o de no entregar la bolsa de residuos o cualquier imprevisto, se registró en la columna de observaciones.

Fotografía No 11 Proceso de recolección de muestras en establecimientos de consumo masivo.

PROCESO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



RECOLECCIÓN Y PESAJE DE LAS MUESTRAS



**RECOJO DE MUESTRAS DE SERVICIOS DE CONSUMO MASIVO Y TRANSPORTE
AL PUNTO VERDE CENTRAL DEL GAMLP**



Fuente: Elaboración propia

2.4.3.2. Determinación de la densidad

La determinación del peso volumétrico de los residuos No Domiciliarios se realizó a través de un análisis por Rubro, tomando como referencia la NB-743 Residuos sólidos - Determinación de parámetros físicos de los residuos sólidos municipales. Para esta actividad, se utilizó un recipiente de 200 litros y una balanza de piso. Se tomó en cuenta que el recipiente este limpio y sin abolladuras, además que la balanza este calibrada.

Los residuos que se procedió a pesar provinieron de los cuadrantes rechazados del cuarteo, estos se depositaron en el turril hasta llegar a su capacidad volumétrica para después pesarlo, anotar el dato y finalmente desechar los residuos.

2.4.3.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La cuantificación de subproductos se realizó según NB 743 (2019), así mismo, se complementaron algunos subproductos para tener un listado de materiales acorde a las actividades diarias del municipio.

Las muestras recolectadas se analizaron acuerdo al rubro de procedencia, se realizó el vaciado de las bolsas sobre una lona, el personal se encargó de homogenizar la muestra con la ayuda de palas y se procedió al cuarteo correspondiente y de manera equitativa para obtener muestras representativas. Una vez cuarteada la muestra se rechazó los cuadrantes de lados opuestos y se cuantificaron por subproductos los cuadrantes restantes, separando los materiales, pesándolos y anotando los registros en los formularios correspondientes.

2.4.4. RECOLECCION DE MUESTRAS COMERCIALES – EXPENDIOS DE COMIDA

2.4.4.1. Determinación de la generación per-cápita

2.4.4.1.1. Planificación operativa

Respecto a la recolección de muestras no domiciliarias (expendios de comida) se trabajó de la siguiente manera:

- ✓ Se envió notas explicando el objetivo del proyecto y la metodología de trabajo, a los diferentes establecimientos seleccionados (restaurantes, rosticerías, patios de comida, cafeterías, pizzerías, pollos, snack y pensiones).
- ✓ Una vez obtenida la aprobación del establecimiento se procedió a realizar la encuesta de percepción, mediante los datos obtenidos se pudo definir el horario y método de pesaje de las diferentes muestras (día 0).
- ✓ Procediendo con la metodología se pesó todos los residuos generados en el establecimiento y posterior registro en el formulario de peso de los residuos no domiciliario según el rubro correspondiente. Una vez registrado el peso se trasladaron las muestras al Punto Verde, para su posterior caracterización (determinación de peso volumétrico y cuantificación de subproductos).

- ✓ Los siguientes 2 días se realizó el mismo procedimiento.

El proceso de recolección de muestras en expendios de comida básicamente fue desarrollado de la siguiente forma:

Fotografía 1. Proceso de recolección de muestras en expendios de comida.

SELECCIÓN DE LA FUENTE A MUESTREAR



CONTACTO INICIAL PARA EMPADRONAMIENTO



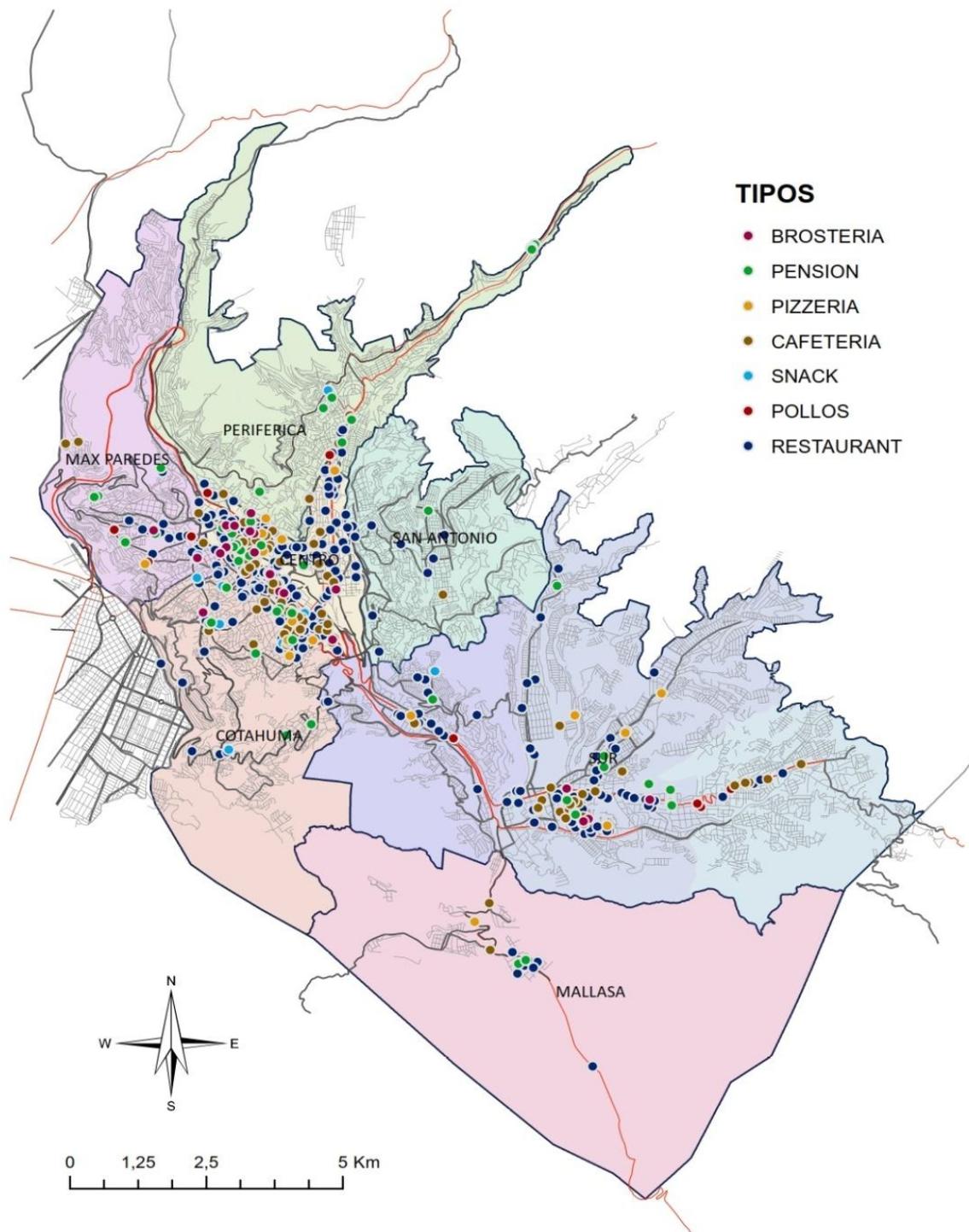
RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN EXPENDIOS DE COMIDA



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la distribución de expendios de comida en sus diferentes sub rubros en el municipio de La Paz.

Mapa No. 6 Expendios de comida



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran fotografías de la recolección en el rubro de expendios de comida.

Fotografía No 12 Recolección de muestras en expendios de comida





Fuente: Elaboración propia

2.4.4.1.2. Formulario de Encuesta

En este formulario se logró recabar la información del establecimiento en cuestión.

2.4.4.1.3. Formulario para relevamiento de datos en fuente no domiciliaria

El listado de participantes para este rubro se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla No. 37 Muestras consideradas para expendios de comida

N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE EXPENDIO DE COMIDA	NRO. DE EMPLEADOS
1	EXC-BRO-1	BROSTERIA MANÁ	3
2	EXC-BRO-2	JHIRAFAS	7
3	EXC-BRO-3	POLLOS COCHABAMBA	12
4	EXC-BRO-4	POLLOS BIG POLLO	4
5	EXC-BRO-5	JHIRAFAS	14
6	EXC-CAF-6	CAFETERIA CRUZ	1
7	EXC-CAF-7	CAFÉ BERNA	2
8	EXC-CAF-8	ALEXANDER	30
9	EXC-CAF-9	VAINILLA	13
10	EXC-CAF-10	THE COMER	10
11	EXC-PAC-11	PLAZA DE COMIDAS FIDALGA	41
12	EXC-PAC-12	PATIO DE COMIDAS "TORRES MALL"	70
13	EXC-PAC-13	FACE FOOD	39
14	EXC-PEN-14	LA CASERITA	4
15	EXC-PEN-15	LA AMISTAD	2
16	EXC-PEN-16	EL ARROYO	5
17	EXC-PEN-17	PASCANA BENIANA	3
18	EXC-PEN-18	TOMMYS	3
19	EXC-PEN-19	PROVECHITO	4
20	EXC-PEN-20	DON JUANITO	3
21	EXC-PEN-21	LOS AMIGOS	3
22	EXC-PEN-22	CANCHA OBRERO I	2
23	EXC-PEN-23	CANCHA OBRERO II	4
24	EXC-PEN-24	AV. SAAVEDRA	4
25	EXC-PEN-25	PLAZA MAYOR	3
26	EXC-PEN-26	PENSIÓN SANDRA	2
27	EXC-PEN-27	ELVIRA	3
28	EXC-PIZ-28	PIZZERIA ITALY	3
29	EXC-PIZ-29	PIZZERIA ITALIAN	2
30	EXC-PIZ-30	PIZZA MOZZARELLA	6
31	EXC-PIZ-31	PIZZA NOSTRA	8
32	EXC-PIZ-32	PIZZA ELIS	16
33	EXC-POL-33	SORATA	3
34	EXC-POL-34	POLLO PEKIN	3
35	EXC-POL-35	POLLO BUEN GUSTO	4
36	EXC-POL-36	POLLO SHANGAI	3
37	EXC-POL-37	POLLO WANXING	5
38	EXC-RES-38	EL MARMOL	4
39	EXC-RES-39	CAFÉ RESTAURANT BEIRUT	12
40	EXC-RES-40	SILL PICHS	7
41	EXC-RES-41	V Y J BRIND SRL	4
42	EXC-RES-42	PASION CRIOLLA	10
43	EXC-RES-43	CLUB SOCIAL "16 DE JULIO"	12
44	EXC-RES-44	D Y LIZ	7
45	EXC-RES-45	POLLOS JI JA JA	12

N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE EXPENDIO DE COMIDA	NRO. DE EMPLEADOS
46	EXC-RES-46	URBAN GRILL	7
47	EXC-RES-47	BIN BOM	11
48	EXC-RES-48	BROSSO	100
49	EXC-RES-49	DUMBO	90
50	EXC-RES-50	BRUCE LEE	5
51	EXC-RES-51	MAR SIN FRONTERAS	6
52	EXC-RES-52	PALADAR DE MI TIERRA	4
53	EXC-RES-53	EL SOCIO	5
54	EXC-RES-54	SABOR DE MI TIERRA	2
55	EXC-RES-55	GOLOSO	3
56	EXC-RES-56	RINCONSITO	2
57	EXC-RES-57	BARBARO	4
58	EXC-RES-58	PANCHOS CH	2
59	EXC-RES-59	CHAQUITO FELIPE	6
60	EXC-RES-60	LA YUNGUÑITA	3
61	EXC-RES-61	TANGO MADERO	4
62	EXC-RES-62	SABORCITO CHAPACO	5
63	EXC-RES-63	FOODO LOVER	2
64	EXC-RES-64	MOTACÚ	3
65	EXC-RES-65	ARTIGIANALE	6
66	EXC-RES-66	ELVIRAS	3
67	EXC-RES-67	EL NORTEÑO	4
68	EXC-RES-68	TODO A 10,50	2
69	EXC-RES-69	FRICARRIEL	14
70	EXC-RES-70	FELLINI	20
71	EXC-RES-71	SUB WAY	5
72	EXC-RES-72	BURGUER KING	37
73	EXC-RES-73	TEXAS	9
74	EXC-RES-74	CRONING	7
75	EXC-RES-75	ENTRE RAICES	9
76	EXC-RES-76	HEI	6
77	EXC-RES-77	LA OLLADA	3
78	EXC-RES-78	CHURRAS. BACO Y VACA	6
79	EXC-RES-79	SEQUIDIA	3
80	EXC-RES-80	CAFÉ RESTAURANT ITALIA	2
81	EXC-RES-81	LA CASITA	3
82	EXC-RES-82	MUELA DEL DIABLO	11
83	EXC-RES-83	CRAFTED	9
84	EXC-RES-84	BIANCO PURO	2
85	EXC-RES-85	LA SANGUICHERIA	4
86	EXC-SNK-86	KIOSKO "MIRIAM"	3
87	EXC-SNK-87	KIOSKO "GABY"	2
88	EXC-SNK-88	KIOSKO EL "CHAPACO"	1
89	EXC-SNK-89	KIOSKO "CRISTO VIENE"	2
90	EXC-SNK-90	KIOSKO "FELICIDAD"	1
91	EXC-SNK-91	KIOSKO "COPACABANA"	2
92	EXC-SNK-92	SNACK "IRENE"-TERMINAL DE BUSES - INTERIOR	1
93	EXC-SNK-93	SNACK "ROSALIA" TERMINAL DE BUSES - INTERIOI	1
94	EXC-SNK-94	SNACK CAFETRIA 125-TERMINAL DE BUSES - INTERIOR	1
95	EXC-SNK-95	SNACK CAFETERIA 73- TERMINAL DE BUSES INTERIOR	1
96	EXC-SNK-96	SNACK CAFETERIA 71- TERMINAL DE BUSES- INTERIOR	1
97	EXC-SNK-97	SNACK-EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
98	EXC-SNK-98	SNACK-EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
99	EXC-SNK-99	SNACK-EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
100	EXC-SNK-100	SNACK N° 51 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
101	EXC-SNK-101	SNACK N° 30 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
102	EXC-SNK-102	SNACK N° 31 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
103	EXC-SNK-103	SNACK N° 23 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1

N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE EXPENDIO DE COMIDA	NRO. DE EMPLEADOS
104	EXC-SNK-104	SNACK N° 24 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
105	EXC-SNK-105	SNACK N° 25 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1
106	EXC-SNK-106	SNACK MICKY	3
107	EXC-SNK-107	MODESTO	4
108	EXC-SNK-108	SNACK DANNYS	2
109	EXC-SNK-109	YERBA BUENA	4
110	EXC-SNK-110	PATTY	2
111	EXC-SNK-111	GALLO DE ORO	5
112	EXC-SNK-112	POLLIN II	2
113	EXC-SNK-113	POLLIN DE ORO	2
114	EXC-SNK-114	SNACK FRITO EL POLLO I	6
115	EXC-SNK-115	SNACK FRITO EL POLLO II	10
116	EXC-SNK-116	CENTRAL PEIK	2
117	EXC-SNK-117	LAS CHACHAS	2
118	EXC-SNK-118	LA SUPER MILANEZA	6
119	EXC-SNK-119	COMA Y PUNTO	4
120	EXC-SNK-120	CONFITERÍA ELIS	14
121	EXC-SNK-121	COME Y COMI	4
122	EXC-SNK-122	HAMBURGUESAS TOBY	6
123	EXC-SNK-123	SNACK IGLÚ	6
124	EXC-SNK-124	JAJOS FOOD Y COFFEE	4
125	EXC-SNK-125	PACEÑA "LA SALTEÑA"	8
126	EXC-SNK-126	SULTANA CAFÉ Y ARTE	8
127	EXC-SNK-127	SALTEÑAS Y TUCUMANAS	2
128	EXC-SNK-128	BUENO	2
129	EXC-SNK-129	JAWITAS "EL SIERVO FIEL"	4
130	EXC-SNK-130	HELADERIA FAST FRUIT	2
131	EXC-SNK-131	GIROS ALADIN	3
132	EXC-SNK-132	CEVICHERIA LEVANTA MUERTOS	7
133	EXC-SNK-133	SIERVO FIEL	2
134	EXC-SNK-134	SULTAN	6
135	EXC-SNK-135	LOS QÑAPES	5
136	EXC-SNK-136	REMANENTE	10
137	EXC-SNK-137	JUICE BLIZZ	2
138	EXC-SNK-138	SEASONS	2
139	EXC-SNK-139	COMPLETOS HOT DOG	2

Fuente: Elaboración propia

2.4.4.1.4. Formularios de Registro de Pesos de residuos no domiciliarios

En la encuesta realizada se logró recopilar la información necesaria para este rubro, el análisis se desglosa más adelante

2.4.4.2. Determinación de la densidad

La determinación del peso volumétrico de los residuos No Domiciliarios se realizó a través de un análisis por Rubro, tomando como referencia la NB-743 (2019) Residuos sólidos - Determinación de parámetros físicos de los residuos sólidos municipales. Para esta actividad, se utilizó un recipiente de 200 litros y una balanza de piso. Se tomó en cuenta que el recipiente este limpio y sin abolladuras, además que la balanza este calibrada.

Los residuos que se procedió a pesar provinieron de los cuadrantes rechazados del cuarteo, estos se depositaron en el turril hasta llegar a su capacidad volumétrica para después pesarlo, anotar el dato y finalmente desechar los residuos.

2.4.4.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La cuantificación de subproductos se realizó según NB 743 (2019), así mismo, se complementaron algunos subproductos para tener un listado de materiales acorde a las actividades diarias del municipio.

Las muestras recolectadas se analizaron acuerdo al rubro de procedencia, se realizó el vaciado de las bolsas sobre una lona, el personal se encargó de homogenizar la muestra con la ayuda de palas y se procedió al cuarteo correspondiente y de manera equitativa para obtener muestras representativas. Una vez cuarteada la muestra se rechazó los cuadrantes de lados opuestos y se cuantificaron por subproductos los cuadrantes restantes, separando los materiales, pesándolos y anotando los registros en los formularios correspondientes.

2.4.5. RECOLECCION DE MUESTRAS COMERCIALES – SERVICIOS DE HOSPEDAJE

2.4.5.1. Determinación de la generación per-cápita

2.4.5.1.1. Planificación operativa

La planificación operativa para la recolección de muestras en servicios de hospedaje consistió en el análisis de la cantidad de muestras por sub divisiones dentro del rubro de servicios o establecimientos de hospedaje, trabajando con el detalle siguiente.

Tabla No. 38 Cantidad de muestras en establecimientos de hospedaje

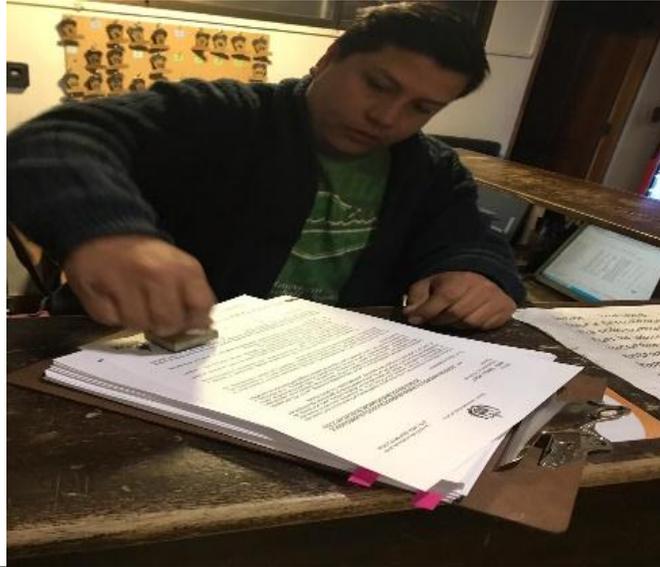
DETALLE	CANTIDAD	PORCENTAJE	MUESTRAS
ALOJAMIENTO	32	27,4%	11
HOSTAL	47	40,2%	16
HOTEL	22	18,8%	7
MOTEL	7	6,0%	2
RESIDENCIAL	9	7,7%	3
TOTAL	117	100%	39

Fuente: Elaboración propia

Una vez socializado con el equipo de trabajo los puntos de muestreo pre identificados, se realizó un reconocimiento de campo, diseño de rutas, optimización de tiempos de transporte de las muestras, entre otras observaciones.

Posterior al trabajo de reconocimiento de campo se realizó la recolección de muestras en servicios o establecimientos de hospedaje, el proceso empleado se detalla en la siguiente secuencia de fotografías.

Fotografía No 13 Proceso de recolección de muestras en servicios de hospedaje



APLICACIÓN DE LA ENCUESTA PRELIMINAR



RECOLECCIÓN Y PESAJE DE LAS MUESTRAS



**RECOJO DE MUESTRAS DE SERVICIOS DE HOSPEDAJE Y
TRANSPORTE AL PUNTO VERDE CENTRAL DEL GMLP**



Fuente: Elaboración propia

El listado de los establecimientos de hospedaje que se trabajaron para el presente estudio se detalla en las siguientes tablas:

Tabla No. 39 Alojamiento que trabajaron en el estudio

N°	ESTABLECIMIENTO	ZONA/DIRECCIÓN	NUMERO DE CASA	NOMBRE PERSONA DE CONTACTO	NRO DE PERSONAL
1	ALOJAMIENTO LUZ DE INDEPENDENCIA	CHALLAPAMPA C/ INDEPENDENCIA	224	SERGIO MAYTA COA	2
2	ALOJAMIENTO ZHEEN	SAN SEBASTIAN C/ TORRELIO	340	REYNALDO CALLYSAYA	2
3	ALOJAMIENTO TORRELIO	SAN SEBASTIAN C/ TORRELIO	383	GUSTAVO CALLO	2
4	ALOJAMIENTO EL PARAISO	SAN SEBASTIAN C/ PUCARANI	273	ANDRES CALAMANI	2

N°	ESTABLECIMIENTO	ZONA/DIRECCIÓN	NUMERO DE CASA	NOMBRE PERSONA DE CONTACTO	NRO DE PERSONAL
5	ALOJAMIENTO GIRASOLES	SAN SEBASTIAN C/ PUCARANI	266	ISMAEL LIMACHI	3
6	ALOJAMIENTO AMERICA	SAN SEBASTIAN C/ PUCARANI	389	MANUEL CORAZON VARGAS	2
7	ALOJAMIENTO LAS CONDES	SAN SEBASTIAN AV. AMERICA	376	RAUL PINTO	2
8	ALOJAMIENTO LA LLAJTA	SAN SEBASTIAN C/ PUCARANI	340	EFRAIN CALLISAYA	1
9	ALOJAMIENTO ESTRELLA	SAN SEBASTIAN AV. AMERICA	458	ROBERTO CARAZANI	1
10	ALOJAMIENTO PUNTO NARANJA	SAN SEBASTIAN C/ VIACHA	440	HERNAN CORTEZ MONASTERIOS	2
11	ALOJAMIENTO TERMINAL	CHALLAPAMPA AV. ARMENTIA	2	ANGEL CARRILLO	2

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 11 alojamientos trabajados para el presente estudio.

Tabla No. 40 Hostales que trabajaron en el estudio

N°	ESTABLECIMIENTO	ZONA/DIRECCIÓN	NUMERO DE CASA	NOMBRE PERSONA DE CONTACTO	NRO DE PERSONAL
1	HOSTAL ISIDOROS	CHALLAPAMPA C/ COBIJA	120	CAROLA CHAVEZ	3
2	HOSTAL DONDE EL NEGRO	CHALLAPAMPA AV. PERU	337	JOSE ARIAS MERCADO	5
3	HOSTAL TAMBO DE ORO	CHALLAPAMPA AV. ARMENTIA	367	JOSE LUIS MANTILLA	5
4	HOSTAL VELLA VISTA	CHALLAPAMPA C/ VICENTA EGUINO	442	MIRIAM ROSARIO CEREZO	6
5	HOSTAL THE ADVENTURE BREW HOSTEL	AV. MONTES	503	MARIA EUGENIA PALENQUE	5
6	HOSTAL FLORIDA	SAN SEBASTIAN C/ VIACHA	489	JUAN CARLOS NINA	5
7	HOSTAL CANOA	AV. ILLAMPU ESQ. STA CRUZ	441	JOSE LUIS HUANCA	3
8	HOSTAL NAIRA LP	C/ SAGARNAGA	161	VLADIMIR QUISPE	9
9	HOSTAL ARCABUCERO	C/ TARIJA	305	ADOLFO CARDENAS	3
10	HOSTAL ISKANWAYA	C/ GENERAL GONZALES	1106	ALEJANDRO SUXO	3
11	HOSTAL PANCHA	C/ SAJAMA	278	SAIDA QUISPE	3
12	HOSTAL EL LOBO	C/ ILLAMPU	807	RODRIGO OCAMPO	3
13	HOSTAL LA POASADA DE LA ABUELA	C/ LINARES	947	GABRIELA GALINDA	5
14	HOSTAL ZIGZAG	C/ JUAN 23	132	SULBER AREQUIPA	1
15	HOSTAL MAYA – IN	C/ SAGARNAGA	339	PEDRO MORALES	5
16	HOSTAL MELODY	C/ ALMIRANTE GRAU	416	JESSICA ZONGO	3

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 16 hostales trabajados para el presente estudio.

Tabla No. 41 Hoteles que trabajaron en el estudio

N°	ESTABLECIMIENTO	ZONA/DIRECCIÓN	NUMERO DE CASA	NOMBRE PERSONA DE CONTACTO	NRO DE PERSONAL
1	HOTEL LATINO	AV. PERU	171	ERICKA QUISPE MARCA	10
2	HOTEL ROSSEL	AV. PERU ESQ. LORECAJA	277	CELINA FLORES QUIROZ	7

N°	ESTABLECIMIENTO	ZONA/DIRECCIÓN	NUMERO DE CASA	NOMBRE PERSONA DE CONTACTO	NRO DE PERSONAL
3	HOTEL DELFINES	MONTENEGRO		JAVIER MONTESINOS	19
4	HOTEL CASA GRANDE	CALACOTO C/ 16		BORIS SANCHEZ	130
5	HOTEL CALACOTO	CALACOTO C/ 13		WILSON HERRERA	65
6	HOTEL CASA GRANDE SUITES	CALACOTO C/ 17		ANA MARIA	45
7	RITZ APART HOTEL	AV. ARCE PLAZA ISABEL LA CATOLICA	2478	ALVARO RODRIGUEZ	80

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene un total de 7 hoteles trabajados para el presente estudio.

Tabla No. 42 Moteles que trabajaron en el estudio

N°	ESTABLECIMIENTO	ZONA/DIRECCIÓN	NUMERO DE CASA	NOMBRE PERSONA DE CONTACTO	NRO DE PERSONAL
1	MOTEL ROSSEL	AV. PERU ESQ. LORECAJA	277	CELINA FLORES QUIROZ	7
2	MOTEL INN	C/ GUZMAN DE ROJAS Y FRANCISCO BEDREGAL	103	DAVID SALGUEIRO	10

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 2 moteles trabajados para el presente estudio.

Tabla No. 43 Residenciales que trabajaron en el estudio

N°	ESTABLECIMIENTO	ZONA/DIRECCIÓN	NUMERO DE CASA	NOMBRE PERSONA DE CONTACTO	NRO DE PERSONAL
1	RESIDENCIAL SOCIAL CENTRAL OBRERA BOLIVIANA	CHALLAPAMPA C/ OMASUYOS	257	EMMA CHURQUI MAMANI	3
2	RESIDENCIAL CHACHA WARMI	CHALLAPAMPA C/ TENIENTE OQUENDO	283	JUANA CRESPO POMA	1
3	RESIDENCIAL URUGUAY	CHALLAPAMPA C/ URUGUAY	470	KARINA MAYTA CRUZ	3

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 3 residenciales trabajados para el presente estudio.

Tabla No. 44 Cuadro resumen de establecimientos de hospedaje trabajados para el estudio

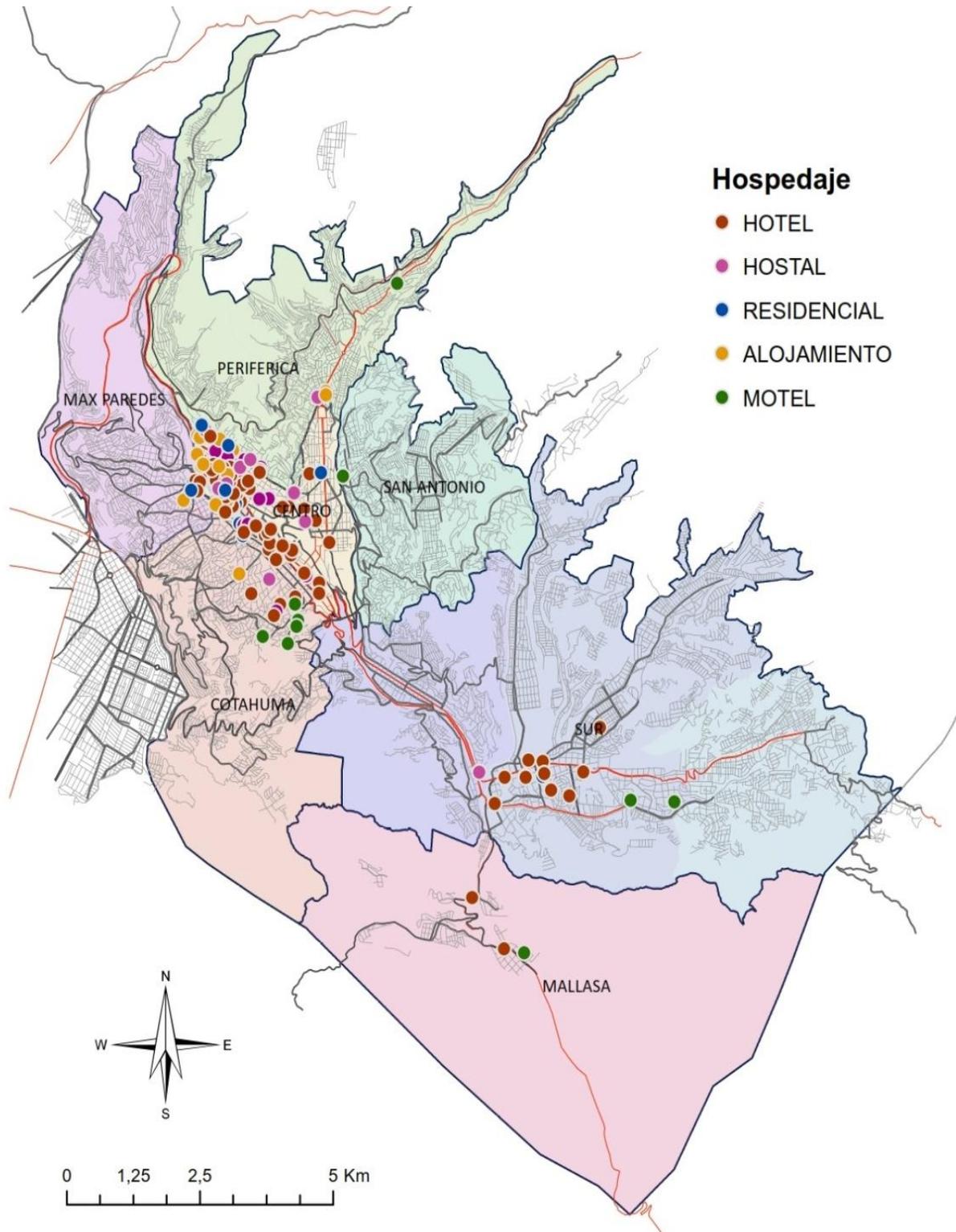
DETALLE	MUESTRAS
ALOJAMIENTO	11
HOSTAL	16
HOTEL	7
MOTEL	2
RESIDENCIAL	3
TOTAL	39

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 39 muestras trabajadas para el presente estudio en el rubro de establecimientos o servicios de hospedaje acorde a la propuesta preliminar presentada.

A continuación, se muestra la distribución de establecimientos de hospedaje en el municipio de La Paz.

Mapa No. 7 Establecimiento de hospedaje



Fuente: Elaboración propia

2.4.5.1.2. Formulario de Encuesta

Las encuestas son aplicadas en fuentes no domiciliarias una vez explicados los objetivos del estudio, la encuesta busca obtener datos que permitan analizar posteriormente la generación, con preguntas sobre el comportamiento respecto a la generación y opinión respecto al servicio de aseo urbano además de los datos requeridos para determinar la PPC

2.4.5.1.3. Formulario para relevamiento de datos en fuente no domiciliaria

Estos formularios conjuntamente con la encuesta se constituyen en el primer contacto con la fuente generadora para el desarrollo del estudio, permite explicar de forma clara los objetivos del estudio y la importancia de su apoyo con la entrega de sus residuos durante el periodo de muestreo, se levantan los datos iniciales de la fuente además de los datos de la persona de referencia para la coordinación e inicio de trabajo de campo o de recolección de muestras no domiciliarias.

2.4.5.1.4. Formularios de Registro de pesos de residuos no domiciliarios

En fuentes de generación no domiciliaria, la frecuencia de muestreo durante (4) días, donde el primero es descarte y tres pesajes de forma continua como lo establece la Norma Boliviana 743(2019). Las muestras del primer día fueron descartadas de acuerdo con lo señalado en el numeral 7.2.2.2 de la mencionada norma.

2.4.5.2. Determinación de la densidad

La determinación del peso volumétrico de los residuos No Domiciliarios se realizó a través de un análisis por Rubro, tomando como referencia la NB-743 (2019) Residuos sólidos - Determinación de parámetros físicos de los residuos sólidos municipales. Para esta actividad, se utilizó un recipiente de 200 litros y una balanza de piso. Se tomó en cuenta que el recipiente este limpio y sin abolladuras, además que la balanza este calibrada.

Los residuos que se procedió a pesar provinieron de los cuadrantes rechazados del cuarteo, estos se depositaron en el turril hasta llegar a su capacidad volumétrica para después pesarlo, anotar el dato y finalmente desechar los residuos.

2.4.5.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La cuantificación de subproductos se realizó según NB 743 (2019), así mismo, se complementaron algunos subproductos para tener un listado de materiales acorde a las actividades diarias del municipio.

Las muestras recolectadas se analizaron acuerdo al rubro de procedencia, se realizó el vaciado de las bolsas sobre una lona, el personal se encargó de homogenizar la muestra con la ayuda de palas y se procedió al cuarteo correspondiente y de manera equitativa para obtener muestras representativas. Una vez cuarteada la muestra se rechazó los cuadrantes de lados opuestos y se cuantificaron por subproductos los cuadrantes restantes, separando los materiales, pesándolos y anotando los registros en los formularios correspondientes.

2.4.6. RECOLECCION DE MUESTRAS INSTITUCIONALES–INSTITUCIONES

2.4.6.1. Determinación de la generación per-cápita

2.4.6.1.1. Planificación operativa

La planificación operativa para la recolección de muestras en instituciones consistió en el análisis de la cantidad de muestras por sub divisiones dentro del rubro de servicios. A solicitud del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, se anexo a las muestras de este rubro las instituciones públicas y privadas del municipio. Se adjuntaron 20 muestras de este tipo.

Al no contar con el listado total de las instituciones públicas y privadas existentes en el municipio se realizó la selección de las mismas de manera aleatoria. El detalle final se describe a continuación:

Tabla No. 45 Cantidad de muestras de instituciones.

N°	CATEGORÍA	INSTITUCIÓN
1	PRIVADA	BANCO NACIONAL DE BOLIVIA
2	PRIVADA	BANCO BISA S.A.
3	PRIVADA	BANCO UNION
4	PRIVADA	BANCO SOL (SOLIDARIO)
5	PRIVADA	BANCO DE CREDITO (BCP)
6	PRIVADA	AMAZONAS
7	PRIVADA	SWISS CONTAC
8	PRIVADA	AECID BOLIVIA
9	PRIVADA	FUNDACION CANARU
10	PRIVADA	CPEM
11	PRIVADA	ICCO
12	PRIVADA	VIVENS S.R.L.
13	PRIVADA	OFICINA BAGO
14	PRIVADA	S Y T SEGURIDAD
15	PRIVADA	PÁGINA 7
16	PRIVADA	LA RAZÓN
17	PÚBLICA	MINISTERIO DE JUSTICIA Y TRANSPARENCIA INSTITUCIONAL
18	PÚBLICA	MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS
19	PÚBLICA	MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, CANCELLERIA BOLIVIANA
20	PÚBLICA	MINISTERIO DE DEFENSA
21	PÚBLICA	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA
22	PÚBLICA	SUSTENTAR "UNIDAD DE PLANIFICACION"
23	PÚBLICA	SUSTENTAR "UNIDAD DE PROYECTOS"
24	PÚBLICA	SUSTENTAR "UNI. ADMINISTRACION FINANCIERA"
25	PÚBLICA	SUSTENTAR "COORDINACIÓN"
26	PÚBLICA	SERVICIO ESTATAL DE AUTONOMÍAS-SEA
27	PÚBLICA	AGENCIA DE INFRAESTRUCTURA EN SALUD Y EQUIPAMIENTOS AISEM
28	PÚBLICA	UNIDAD INTEGRAL DE LUCHA CONTRA EL NARCOTRÁFICO- LIELICN
29	PÚBLICA	EMPODERAR
30	PÚBLICA	SENASIR
31	PÚBLICA	ABC
32	PÚBLICA	PALACIO CONSISTORIAL CONSEJO MUNICIPAL

N°	CATEGORÍA	INSTITUCIÓN
33	PÚBLICA	PALACIO CONSISTORIAL AREA EJECUTIVO
34	PÚBLICA	EDIFICIO DANTE
35	PÚBLICA	AGENCIA MUNICIPAL PARA EL DESARROLLO TURISTICO EDIF. AVENIDA
36	PÚBLICA	SOCIEDAD DE INGENIEROS BOLIVIA
37	PÚBLICA	BIBLIOTECA MUNICIPAL
38	PÚBLICA	ARCHIVO DELA DIRECCION DE GESTION FINANCIERA
39	PÚBLICA	DIRECCION DE SALUD ASISTENCIA PÚBLICA
40	PÚBLICA	ARCHIVO D.L.C. EDIF. SALSMANN
41	PÚBLICA	ADMINISTRACION TRIBUTARIA MUNICIPAL
42	PÚBLICA	EDIF. TOBIA
43	PÚBLICA	UNIDAD DE FORMACION EN PRESTACION DE BIENES PAT.
44	PÚBLICA	UNIDAD DE ESPACIOS ESCENICOS MUNICIPALES
45	PÚBLICA	UNIDAD DE ACTIVIDAD ECONÓMICO (PISO1)
46	PÚBLICA	DIRECCION COMPETITIVIDAD Y EMPRENDIMIENTO (PISO2)
47	PÚBLICA	UMIS
48	PÚBLICA	UMI MANTENIMINETO DE INFRAESTRUCTUTA URBANA
49	PÚBLICA	TEATRO MODESTA SANJINES Y OF. ADMINISTRATIVA CASA DE LACULTURA
50	PÚBLICA	UNIDAD GESTORA DE PROCESOS DE REGULACION DE EDIFICACIONES
51	PÚBLICA	PLATAFORMA INTEGRAL DE ATENCION CUIDADANA
52	PÚBLICA	DEPOSITO DE COMISIOS DE OBJETOS
53	PÚBLICA	UNIDAD DE INFANCIA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA
54	PÚBLICA	INTENDENCIA Y OFICINAS DE ADMINISTRACION DE MERCADO
55	PÚBLICA	UNIDAD DE LA GUARDIA MUNICIPAL SUB SUELO NIVEL 1
56	PÚBLICA	CENTRO DE JOVENES DE EMPLEO
57	PÚBLICA	SUB ALCALDIA CENTRO
58	PÚBLICA	LA PAZ MARAVILLA
59	PÚBLICA	EDIFICIO TEATRO AL AIRE LIBRE
60	PÚBLICA	TEATRO MUNICIPAL 6 DE AGOSTO(OFICINA ADMINISTRATIVA)
61	PÚBLICA	TEATRO CINE MUNICIPAL 6 DE AGOSTO (PLANTA BAJA)
62	PÚBLICA	DIRECCION DE SUPERVISIONES DE OBRAS (PLANTA BAJA)
63	PÚBLICA	DIRECCION DE SUPERVISIONES DE OBRAS (UNIDAD DE SUPERVISION ESPECIALIZADA)
64	PÚBLICA	DIRECCION DE SUPERVISIONES DE OBRAS (UNIDAD DE CONTROL Y CALIDAD)
65	PÚBLICA	FISCALIZACION DE OBRAS Y SERVICIOS
66	PÚBLICA	DIRECCION DE COORDINACION DE POLÍTICAS DE IGUALDAD
67	PÚBLICA	PLATAFORMA INTEGRAL DE ATENCION CUIDADANA
68	PÚBLICA	DIRECCION DE MERCADOS
69	PÚBLICA	OF. SERMAT
70	PÚBLICA	LA CASA DEL POETA
71	PÚBLICA	PROGRAMA BARRIOS Y COMUNIDADES DE VERDAD
72	PÚBLICA	SECRETARIA MUNICIPAL DE MOVILIDAD
73	PÚBLICA	ALBERGUE INTEGRAL PARA MUJERES VICTIMAS DE VIOLENCIA
74	PÚBLICA	DIRECCION DE DEFENSORIA MUNICIPAL
75	PÚBLICA	SUB ALCALDIA PERIFÉRICA
76	PÚBLICA	SUB ALCALDIA ZONGO
77	PÚBLICA	LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
78	PÚBLICA	DIRECCION GENERAL SISTEMA INTEGRAL TRANSPORTE
79	PÚBLICA	UNIDAD DE SERVICIOS ELECTRICOS Y SEMAFORIZACION
80	PÚBLICA	SUB ALCALDIA MAX PAREDES

N°	CATEGORÍA	INSTITUCIÓN
81	PÚBLICA	OFICINA DE INFORMACION TURISTICA
82	PÚBLICA	UNIDAD DE FISCALIZACION TELEC. Y TRANSPORTES
83	PÚBLICA	UNACE
84	PÚBLICA	MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA
85	PÚBLICA	CENTRO DE COMUNICACIONES LA PAZ
86	PÚBLICA	DELEGACION PACTO FISCAL Y AUTONÓMICO
87	PÚBLICA	UNIDAD ORGANIZACIONALES GAMLP INMUEBLES-SITRAM-PB
88	PÚBLICA	UNID. ORGANIZACIONAL GAMLP SECCION VEHICULOS-P1
89	PÚBLICA	UNID. ORGANIZACIONAL GAMLP SECCION DE FISCALIZACION-P2
90	PÚBLICA	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP UNIDAD DE PLANIFICACION-P3
91	PÚBLICA	UNID. ORGAIACIONAL GAMLP SEAT-P4
92	PÚBLICA	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP TRANSPARECIA-P5
93	PÚBLICA	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP ASESORIA LEGAL-P6
94	PÚBLICA	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP FINANZAS-P7
95	PÚBLICA	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP GESTION FINANCIERA-P8
96	PÚBLICA	POLICIA TURISTICA
97	PÚBLICA	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP SOPORTE TÉCNICO-P9,P10

Fuente: Elaboración propia

Una vez socializado con el equipo de trabajo los puntos de muestreo pre identificados, se realizó un reconocimiento de campo, diseño de rutas, optimización de tiempos de transporte de las muestras, entre otras observaciones del grupo responsable que permitieron optimizar el trabajo de campo.

Un detalle que es importante mencionar es que en la recolección y pesaje de este rubro se tropezó con el hecho de que varios bancos o instituciones financieras no accedieron a colaborar con el estudio, eso provoco la búsqueda de nuevas opciones, demorando tiempo y dando inicio al pesaje de las muestras de manera retardada.

Posterior al trabajo de reconocimiento de campo se realizó la recolección de muestras en esta fuente de generación, lo primero en realizar fue la remisión de notas solicitando la colaboración del establecimiento, posteriormente se procedió al pesaje.

Fotografía No 14 . Institución (banco) que fue tomada como muestra del estudio.



Fotografía No 15 Pesaje de los residuos sólidos en instituciones.



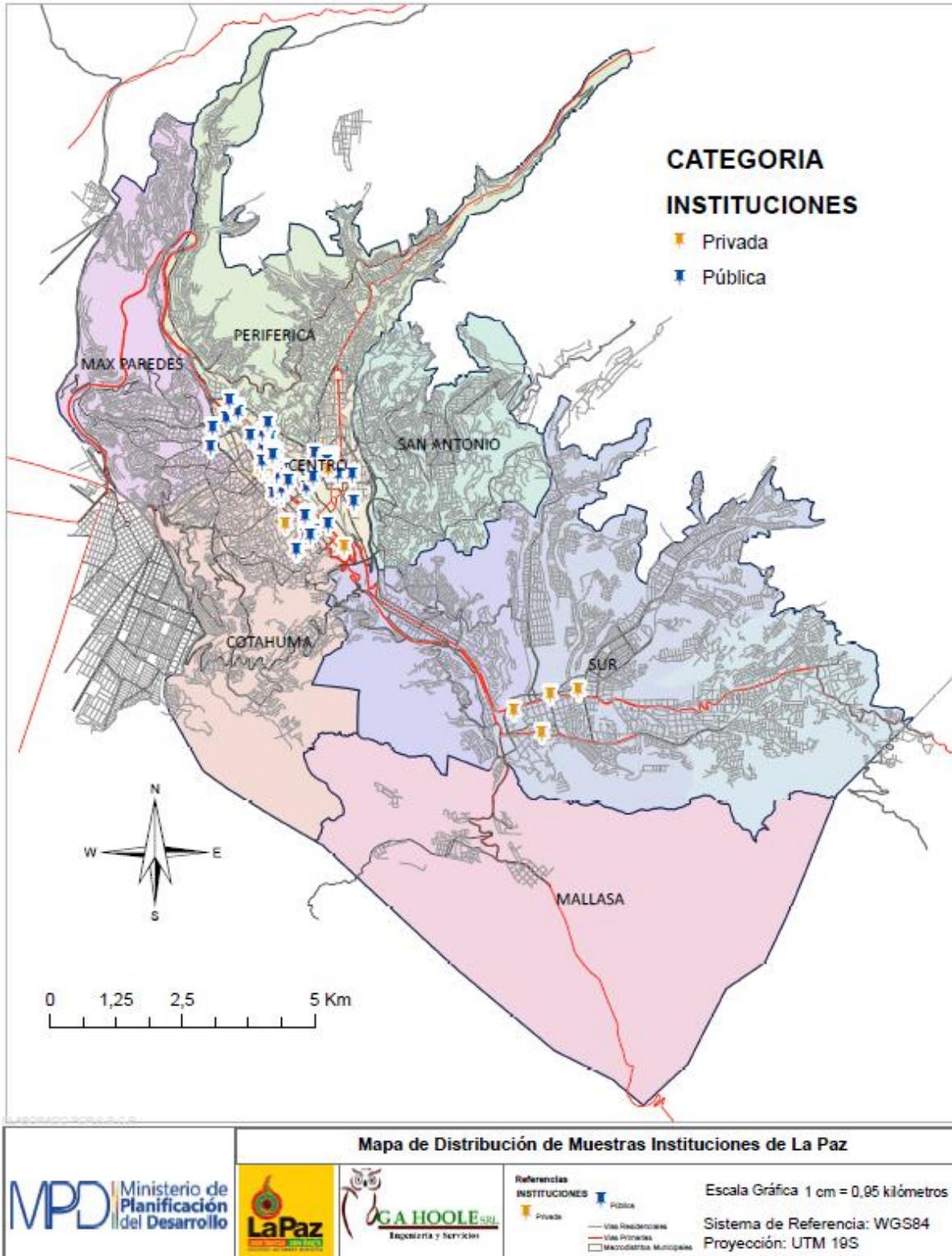
Fotografía No 16 Personal de recolección en institución privada.



Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 97 muestras trabajadas para el presente estudio en el rubro de instituciones acorde a la propuesta preliminar presentada.

Mapa No. 8 Mapa de muestras de establecimientos de instituciones.



Fuente: Elaboración propia

2.4.6.1.2. Encuestas

Las encuestas aplicadas en fuentes no domiciliarias (instituciones) una vez explicados los objetivos del estudio, lo que se procura en la encuesta es empadronar a institución que se tiene como muestra, obteniendo además datos que permitan analizar posteriormente la generación, con preguntas sobre el comportamiento respecto a la generación y opinión respecto al servicio de aseo urbano además de los datos requeridos para determinar la PPC.

2.4.6.1.3. Formulario 0 – Empadronamiento

El formulario “0” y/o de relevamiento de datos es el primer contacto con la fuente generadora para el desarrollo del estudio, permite explicar de forma clara los objetivos del estudio y la importancia de su apoyo con la entrega de sus residuos durante el periodo de muestreo, se levantan los datos iniciales de la fuente además de los datos de la persona de referencia para la coordinación e inicio de trabajo de campo o de recolección de muestras no domiciliarias.

2.4.6.1.4. Formularios de registro de pesaje – Día 1 al 3

En fuentes de generación no domiciliaria, la frecuencia de muestreo fue de cuatro (4) veces por semana de forma continua como lo establece la Norma Boliviana 743 (2019). Siendo el primer día de relevamiento de datos y quedando 3 días de pesaje seguido.

2.4.6.2. Determinación de la densidad

La determinación del peso volumétrico de los residuos No Domiciliarios se realizó a través de un análisis por Rubro, tomando como referencia la NB-743 (2019) Residuos sólidos - Determinación de parámetros físicos de los residuos sólidos municipales. Para esta actividad, se utilizó un recipiente de 200 litros y una balanza de piso. Se tomó en cuenta que el recipiente este limpio y sin abolladuras, además que la balanza este calibrada.

Los residuos que se procedió a pesar provinieron de los cuadrantes rechazados del cuarteo, estos se depositaron en el turril hasta llegar a su capacidad volumétrica para después pesarlo, anotar el dato y finalmente desechar los residuos.

2.4.6.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La cuantificación de subproductos se realizó según NB 743 (2019), así mismo, se complementaron algunos subproductos para tener un listado de materiales acorde a las actividades diarias del municipio.

Las muestras recolectadas se analizaron acuerdo al rubro de procedencia, se realizó el vaciado de las bolsas sobre una lona, el personal se encargó de homogenizar la muestra con la ayuda de palas y se procedió al cuarteo correspondiente y de manera equitativa para obtener muestras representativas. Una vez cuarteada la muestra se rechazó los cuadrantes de lados opuestos y se cuantificaron por subproductos los cuadrantes restantes, separando los materiales, pesándolos y anotando los registros en los formularios correspondientes.

2.4.7. RECOLECCION DE MUESTRAS INSTITUCIONALES– ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

2.4.7.1. Determinación de la generación per-cápita

2.4.7.1.1. Planificación operativa

Para la caracterización de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios de los establecimientos educativos se tomó en cuenta la Normativa Boliviana 743, los cuales se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad y responsabilidad del rubro.

Para el rubro de establecimientos educativos, en la propuesta inicial se consideró un total de muestra de 75 en sus sub-rubros (universidades, institutos y Unidades Educativas), las mismas que fueron consideradas para el muestreo correspondiente.

Una vez socializado con el equipo de trabajo los puntos de muestreo pre identificados, se realizó un reconocimiento de campo, diseño de rutas, optimización de tiempos de transporte de las muestras, entre otras observaciones del grupo responsable que permitieron optimizar el trabajo de campo.

Posterior al trabajo de reconocimiento de campo se realizó la recolección de muestras en servicios o establecimientos educativos.

Fotografía No 17 Recolección de muestras establecimientos educativos



REUNIÓN DE INFORMACIÓN A LAS UNIVERSIDADES

Fuente: Elaboración propia

El listado de los establecimientos educativos que se trabajaron para el presente estudio se detallan en los siguientes cuadros.

Tabla No. 46
que trabajaron



Universidades
en el estudio.

INICIANDO EL TRABAJO DE EMPADRONAMIENTO EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS.



UNIVERSIDADES			
1	UNIVERSIDAD LOYOLA (POSTGRADO)	CENTRO-MIRAFLORES	AV. BUSCH # 1191
2	UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR	CENTRO-MIRAFLORES	CALLE SAN SALVADOR Nº 135
3	UNIVERSIDAD SAN PABLO CATÓLICA BOLIVIANA	SUR	AV. 14 DE SEPTIEMBRE
4	ESCUELA SUPERIOR DE FORMACIÓN DE MAESTROS S.B.	SUR	AV. 14 DE SEPTIEMBRE
5	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES "CARRERA FISICA"	SUR	CALLE 27 COTA COTA

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 47 Institutos que trabajaron en el estudio.

INSTITUTOS			
1	CENTRO DE PROMOCION ARTESANAL (CEPROART)	CENTRO-MIRAFLORES	CALLE CLAUDIO PINILLA
2	INTITUTO TECNOLÓGICO NUEVA BOLIVIA	CENTRO-MIRAFLORES	CALLE HÉROES DEL PACÍFICO
3	INSTITUTO "ALFA"	CENTRO	PLAZA DEL ESTUDIANTE
4	NATURAL ENGLISH	CENTRO	AV. 16 DE JULIO EDIF. AVENIDA
5	INSTITUTO COLUMBIA	CENTRO	CALLE EVARISTO VALLE, PISO 3
6	INSTITUTO TÉCNICO COMERCIAL "INCOS"	CENTRO	CALLE CAMPERO YPASAJE NUÑEZ DEL PRADO

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 6 institutos trabajados para el presente estudio.

Tabla No. 48 Unidades Educativas que trabajaron en el estudio

UNIDADES EDUCATIVAS			
1	UNIDAD EDUCATIVA JULIO CESAR PATIÑO D-INICIAL	SUR	CALLE GENERAL ENOFUENTTIVAES
2	UNIDAD EDUCATIVA JULIO CESAR PATIÑO "C" T. TARDE	SUR	CALLE 21 DE CALACOTO
3	UNIDAD EDUCATIVA SANTA ROSA "LA FLORIDA B"	SUR	AV. LOS ALAMOS LA FLORIDA
4	UNIDAD EDUCATIVA ARROZ CON LECHE	SUR	CALLE 12 DE OBRAJES
5	UNIDAD EDUCATIVA LUXEMBURGO	SUR	CALLE 11 DE OBRAJES
6	UNIDAD EDUCATIVA JESUS DIVINO MAESTRO	SUR	CALLE JOFFRE ALTO OBRAJES
7	UNIDAD EDUCATIVA RENÉ BARRIENTOS	SUR	AV. BALLIVIAN, ESQUINA 21 DE CALACOTO #1393
8	UNIDAD EDUCATIVA LA FLORIDA "A"	SUR	AV. LOS ALAMOS #66
9	UNIDAD EDUCATIVA HERSCHEL "A"	SUR	CALLE ANDRÉS BARRAGAL #6785
10	UNIDAD EDUCATIVA HERSCHEL "B"	SUR	CALLE ANDRÉS BARRAGAL #6785
11	UNIDAD EDUCATIVA ACUARELA	SUR	CALLE SANCHEZ BUSTAMANTE, CALLE 9 DE CALACOTO
12	UNIDAD EDUCATIVA HERSCHEL "C"	SUR	CALLE ANDRÉS BARRAGAL #6785
13	KINDER MARÍA AUXILIADORA	SUR	CALLE HECTOR ORMACHEA # 498
14	UNIDAD EDUCATIVA LINDEMAN "A"	SUR	CALLE CARLOS LOVERA #198
15	UNIDAD EDUCATIVA GRAN BRETAÑA "A"	SUR	CALLE FINAL INTEGRACIÓN S/N ALTO OBRAJES
16	UNIDAD EDUCATIVA 6 DE JUNIO	SUR	CALLE JOFFRE ALTO OBRAJES
17	UNIDAD EDUCATIVA GRAN BRETAÑA "B"	SUR	CALLE FINAL INTEGRACIÓN S/N ALTO OBRAJES
18	COLEGIO EVANGÉLICO NORUEGO BOLIVIANO "A"	MIRAFLORES	CALLE PANAMÁ
19	COLEGIO EVANGÉLICO NORUEGO BOLIVIANO "B"	MIRAFLORES	CALLE PANAMÁ
20	COLEGIO HUGO DÁVILA "B"	MIRAFLORES	CALLE CARRASCO
2	KINDER ALFREDO GUILLEN PINTO	MIRAFLORES	AVENIDA BRASIL
22	U.E. PILOTO ADHEMAR GEHAIN (TURNO TARDE)	MIRAFLORES	AVENIDA BRASIL
23	U.E. PILOTO NACIONES UNIDAS (TURNO MAÑANA)	MIRAFLORES	AVENIDA BRASIL

UNIDADES EDUCATIVAS			
24	U.E. DORA SCHMIDT "B"	MIRAFLORES	AVENIDA SAAVEDRA
25	U.E. GEORGES ROUMA	MIRAFLORES	AVENIDA SAAVEDRA
26	COLEGIO MAX VALDIVIA	MIRAFLORES	AV. SAAVEDRA CALLE LORINI
27	U.E. FELIPE GUZMÁN	MIRAFLORES	AV. SAAVEDRA CALLE LORINI
28	U.E. 16 DE JULIO	MAX PAREDES	BUENOS AIRES /GARCILAZO DE LA VEGA
29	U.E. EDUARDOZ ABAROA III	MAX PAREDES	BUENOS AIRES
30	UY.E. GRAL. JOSE MANUEL PANDO	MAX PAREDES	CALLE ISAAC SORIA
31	U.E. FRANZ TAMAYO	MAX PAREDES	VILLA VICTORIA/ IDELFONZO MURGUÍA
32	U.E. PARROQUIAL SAN JOSÉ	MAX PAREDES	VILLA VICTORIA/ IDELFONZO MURGUÍA
33	U.E. REP. FEDERAL DE ALEMANIA	MAX PAREDES	CALLE MAX PAREDES/ PLAZA
34	U.E. GUALBERTO VILLARROEL	MAX PAREDES	CALLE MAX PAREDES/ PLAZA
35	U.E. PARAGUAY	MAX PAREDES	CALLE MAX PAREDES /PLAZA
36	COLEGIO ITALO	MAX PAREDES	PURA PURA /AV. VÁSQUEZ
37	U.E. DAVID PINILLA	PERIFÉRICA	ACHACHICALA AV. CHACALTAYA
38	U.E. JHON F. KENEDDY	PERIFÉRICA	ACHACHICALA AV. CHACALTAYA
39	U.E. REPÚBLICA DE FRANCIA	PERIFÉRICA	CHALLAPAMPA AV. CHACALTAYA
40	U.E. BOLIVIANO HOLANDES	PERIFÉRICA	CHALLAPAMPA AV. CHACALTAYA
41	U.E. FLORA PEREZ DE SAAVEDRA	PERIFÉRICA	VINO TINTO AV. HUAYNA POTOSÍ
42	U.E. LICEO LA PAZ "A"	COTAHUMA-CENTRO	CALLE CAMPERO
43	U.E. REPÚBLICA DEL PERÚ	COTAHUMA-CENTRO	AV. 6 DE AGOSTO ESQ. ASPIAZU
44	U.E. LICEO LA PAZ "B"	COTAHUMA-CENTRO	CALLE CAMPERO
45	U.E. REPÚBLICA DEL ECUADOR	COTAHUMA-CENTRO	AV. 6 DE AGOSTO
46	U.E. MACARIO PINILLA	COTAHUMA-CENTRO	AV. 6 DE AGOSTO ESQ. ASPIAZU
47	U.E. REPÚBLICA DE COLOMBIA	COTAHUMA-CENTRO	AV. 6 DE AGOSTO
48	U.E. MAX PAREDES I	COTAHUMA-CENTRO	AV. 6 DE AGOSTO ESQ. ASPIAZU
49	U.E. JOSÉ MARTI	COTAHUMA-CENTRO	CALLE CAMPERO
50	U.E. EL JARDÍN	COTAHUMA-CENTRO	CALLE BATALLÓN COLORADO
51	SAGRADOS CORAZONES	COTAHUMA-CENTRO	AV. MARISCAL SANTA CRUZ
52	INICIANDO AVENTURAS	COTAHUMA-CENTRO	CALLE ASPIAZU Y 20 DE OCTUBRE
53	KINDER ACUARELA	COTAHUMA-CENTRO	CALLE ROSENDO GUTIÉRREZ
54	U.E. JUANCITO PINTIO	COTAHUMA-CENTRO	AV. 6 DE AGOSTO ESQ. AGUSTÍN ASPIAZU
55	U.E. LUIS CRESPO	COTAHUMA-CENTRO	CALLE ASPIAZU ESQ. AV. 20 DE OCTUBRE
56	U.E. BOLIVIA II	COTAHUMA-CENTRO	CALLE ASPIAZU ESQ. AV. 20 DE OCTUBRE
57	U.E. GERMÁN BUSCH "B"	COTAHUMA-CENTRO	CALLE CHUQUISACA
58	U.E. SAN SIMÓN DE AYACUCHO "A"	COTAHUMA-CENTRO	CALLE YANACOCHA
59	U.E. VENEZUELA "C"	COTAHUMA-CENTRO	CALLE GENARO SANJINÉZ
60	U.E. ISMAEL MONTES	COTAHUMA-CENTRO	CALLE INKA MAYTA KAPAC
61	U.E. LIA CHOPITEA DE RODRIGUEZ	COTAHUMA-CENTRO	AV. MONTES ESQ. BATALLÓN ILLIMANI
62	U.E. GERMÁN BUSCH "A"	COTAHUMA-CENTRO	CALLE CHUQUISACA
63	U.E. VENEZUELA "B"	COTAHUMA-CENTRO	CALLE GENARO SANJINÉS
64	INSTITUTO AMERICANO OBRAJES	SUR	CALLE 12 DE OBRAJES

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 64 unidades educativas para el presente estudio.

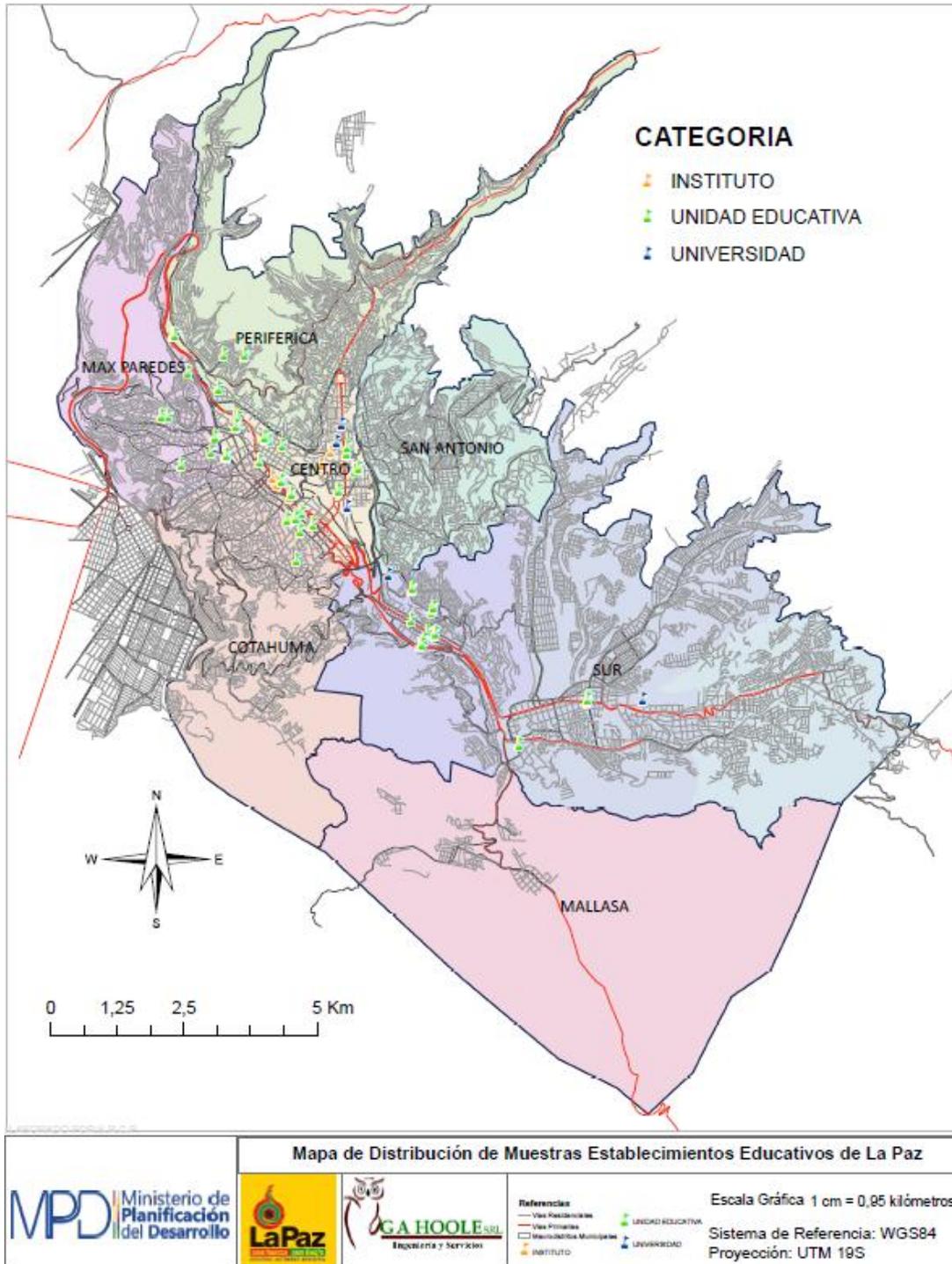
Tabla No. 49 Cuadro resumen de establecimientos educativos.

Nº	GENERADOR	CANTIDAD DE MUESTRAS
1	UNIVERSIDADES	5
2	INSTITUTOS	6
3	UNIDADES EDUCATIVAS	64
	TOTAL	75

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un total de 75 muestras trabajadas para el presente estudio en el rubro de establecimientos educativos acorde a la propuesta preliminar presentada.

Tabla No. 50 Mapa de establecimientos de consumo masivo trabajados para el estudio.



Fuente: Elaboración propia

2.4.7.1.2. Encuestas

Las encuestas son aplicadas en fuentes no domiciliarias una vez explicados los objetivos del estudio, lo que se procura en la encuesta es empadronar a establecimientos educativos (universidades, institutos y unidades educativas), obteniendo además datos que permitan analizar posteriormente la generación, con preguntas sobre el comportamiento respecto a la generación y opinión respecto al servicio de aseo urbano además de los datos requeridos para determinar la PPC.

2.4.7.1.3. Formulario 0 – Empadronamiento

El formulario "0" o empadronamiento es el primer contacto con la fuente generadora para el desarrollo del estudio, permite explicar de forma clara los objetivos del estudio y la importancia de su apoyo con la entrega de sus residuos durante el periodo de muestreo, se levantan los datos iniciales de la fuente además de los datos de la persona de referencia para la coordinación e inicio de trabajo de campo o de recolección de muestras no domiciliarias.

Los formularios del día 0 o de empadronamiento de establecimientos educativos (universidades, institutos y unidades educativas).

Fotografía No 18 Proceso de empadronamiento de muestras en Establecimientos Educativos.

INICIANDO EL TRABAJO DE EMPADRONAMIENTO



INFORMANDO SOBRE EL ESTUDIO A LAS MUESTRAS DEL ESTUDIO



REUNIÓN CON LOS DIRECTORES DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS



Fuente: Elaboración propia

2.4.7.1.4. Formularios – Día 1 al 3

Las muestras fueron tomadas aleatoriamente de los residuos generados en cada sub rubro de establecimientos educativos (universidades, institutos y unidades educativas) que a su vez a partir del día 1 al 3, de manera continua se recolectaron las muestras seleccionadas en cada sub-rubro de establecimiento educativo, y dejando la bolsa para el día siguiente. Cada bolsa recogida fue registrada en peso “in situ” en el formulario respectivo, posteriormente fue acomodado de manera ordenada en el vehículo y luego transportado hasta el centro de operaciones, donde se realizó la cuantificación de subproductos. En caso de presentarse anomalías como la ausencia o cierre de los establecimientos o de no entregar la bolsa de residuos o cualquier imprevisto, se registró en la columna de observaciones.

Fotografía No 19 Proceso de recolección de muestras en Establecimientos Educativos.



RECOLECCIÓN DE MUESTRAS SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO.



MUESTRAS RECOLECTADAS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA "SAN PABLO"



MUESTRAS RECOLECTADAS EN EL INSTITUTO TÉCNICO



MUESTRAS RECOLECTADAS EN LA U.E. REPÚBLICA DE FRANCIA



PESAJE DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS EN LA U.E. FLORA PÉREZ DE SAAVEDRA



RECOJO DE MUESTRAS DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS Y TRANSPORTE AL PUNTO VERDE CENTRAL DEL GAMLP



Fuente: Elaboración propia

2.4.7.2. Determinación de la densidad

La determinación del peso volumétrico de los residuos No Domiciliarios se realizó a través de un análisis por Rubro, tomando como referencia la NB-743 (2019) Residuos sólidos - Determinación de parámetros físicos de los residuos sólidos municipales. Para esta actividad, se utilizó un recipiente de 200 litros y una balanza de piso. Se tomó en cuenta que el recipiente este limpio y sin abolladuras, además que la balanza este calibrada.

Los residuos que se procedió a pesar provinieron de los cuadrantes rechazados del cuarteo, estos se depositaron en el turril hasta llegar a su capacidad volumétrica para después pesarlo, anotar el dato y finalmente desechar los residuos.

2.4.7.3. Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La cuantificación de subproductos se realizó según NB 743 (2019), así mismo, se complementaron algunos subproductos para tener un listado de materiales acorde a las actividades diarias del municipio.

Las muestras recolectadas se analizaron acuerdo al rubro de procedencia, se realizó el vaciado de las bolsas sobre una lona, el personal se encargó de homogenizar la muestra con la ayuda de palas y se procedió al cuarteo correspondiente y de manera equitativa para obtener muestras representativas. Una vez cuarteada la muestra se rechazó los cuadrantes de lados opuestos y se cuantificaron por subproductos los cuadrantes restantes, separando los materiales, pesándolos y anotando los registros en los formularios correspondientes.

2.4.8. RECOLECCION DE MUESTRAS – ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS

2.4.8.1. Caracterización de Establecimientos de Salud

2.4.8.1.1. Planificación operativa

Para la caracterización de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios de los establecimientos de salud se tomó en cuenta la Normativa Boliviana 69001 al 69007, los cuales se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad y responsabilidad del rubro.

➤ Definición de puntos de muestreo

Dentro de este rubro se consideró 41 muestras, la selección se desarrolló de manera aleatoria, la misma se define en 10 centros de Salud de Primer Nivel, 4 Hospitales de segundo nivel, 3 hospitales de tercer nivel, 3 veterinarias, 4 farmacias, 14 odontológicos y 3 laboratorios clínicos. Los mismos se encuentran referidos a continuación:

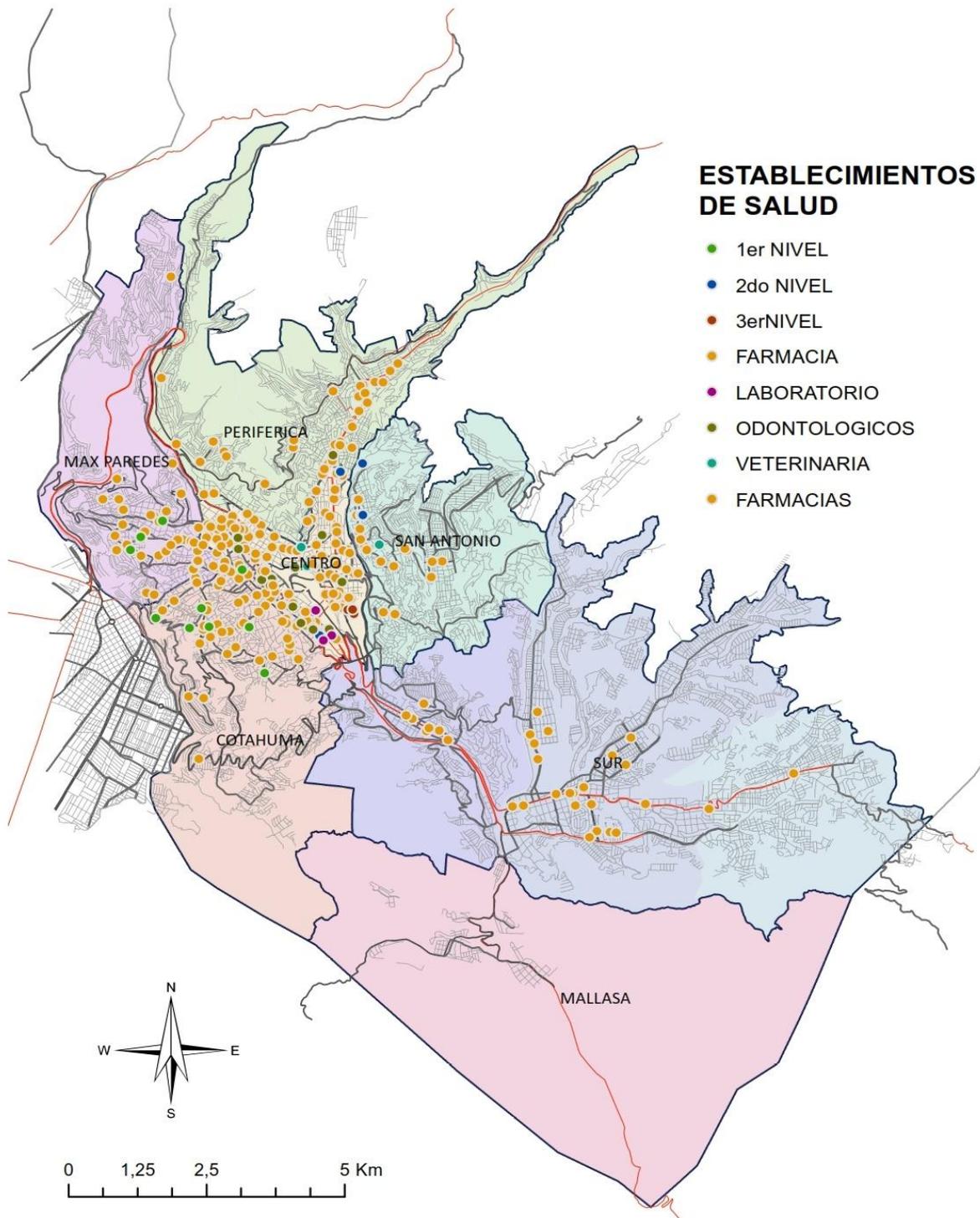
Tabla No. 51 Listado de establecimientos de Salud

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD		
Nº	NIVEL	HOSPITALES
1	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD 8 DE DICIEMBRE
2	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD SAN LUIS (EL ROSAL)
3	PRIMER NIVEL	CENTRO MEDICO INTEGRAL TEMBLADERANI
4	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD BAJO SAN PEDRO
5	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD BAJO TACAGUA
6	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD ALCOREZA
7	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD EL TEJAR
8	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD BAJO TEJAR
9	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD VILLA VICTORIA
10	PRIMER NIVEL	CENTRO DE SALUD NUEVO POTOSI
11	SEGUNDO NIVEL	HOSPITAL ARCO IRIS
12	SEGUNDO NIVEL	HOSPITAL LUIS URIA DE LA OLIVA
13	SEGUNDO NIVEL	HOSPITAL SAN GABRIEL
14	SEGUNDO NIVEL	HOSPITAL SEGURO SOCIAL UNIVERSITARIO
15	TERCER NIVEL	HOSPITAL DEL NIÑO
16	TERCER NIVEL	HOSPITAL DE CLINICAS
17	TERCER NIVEL	HOSPITAL DE LA MUJER
VETERINARIAS		
1	VETERINARIA ANIMAL CENTER	AV. SIMÓN BOLÍVAR
2	VETERINARIA VETSUR	AV. RIGOBERTO HINOJOSA
3	VETERINARIA ADONAI	AV. SAAVEDRA
FARMACIAS		
1	FARMACIA TREBOL	AV. SIMON BOLIVAR CASI STADIUM HERNANDO SILES
2	FARMACIA CARMELITA	CALLE LOAYZA ENTRE AV. CAMACHO Y PRADO
3	FARMACIA BOLIVIA	AV. 16 DE JULIO ENTRE LOAYZA Y BUENO
4	FARMACORP	AV. 16 DE JULIO ENTRE CERCA DE LA PLAZA DEL ESTUDIANTE
CENTROS ODONTOLÓGICOS		
1	CLINICA DENTAL SAN MIGUEL	AV. SIMÓN BOLÍVAR Nº. 1997
2	CONSULTORIO DUO DENTAL	AV. SIMÓN BOLÍVAR Nº. 990
3	DENTAL SAN SALVADOR	CALLE SAN SALVADOR NRO.1206
4	CENTRO DE DIAGNOSTICO PROIMAGEN	AV. ARGENTINA Nº. 1843
5	CONSULTORIO DENTAL BIODENTS	AV. SIMÓN BOLÍVAR Nº. 1807
6	ORTODONCIA CARRASCO ORIA	CALLE FIGUEROA Y SANTA CRUZ
7	CONSULTORIO ESPINOZA	CALLE SAGARNAGA Y MURILLO
8	ODONTOMUNDO	AV. 16 DE JULIO EDIF. ALAMEDA
9	GAMA DENTAR CENTER	CALLE MÉXICO #1774 EDIF. EL SHADDAI PISO 1 OF 101
10	CONSULTORIO REINO DENTAL	CALLE MÉXICO
11	DENTARIA SOPOCACHI	AV. 6 DE AGOSTO Nº2170 PLANTA BAJA EDIFICIO HOY
12	DENTAL BEAUTY CENTRO ODONTOLÓGICO	
13	CLINICA DENTAL LOVE	CALLE BELISARIO SALINA ESQUINA 20 DE OCTUBRE
14	CONSULTORIO SONRIO	EDIFICIO MULTICINE, AV. ARCE 2631 AV. 6 DE AGOSTO
LABORATORIOS CLÍNICOS		
1	LABORATORIO BIOPAT	CALLE CAPITÁN RAVELO Y BELISARIO SALINAS
2	LABORATORIO LABTEK	CALLE CAMPOS ESQUINA AV. ARCE
3	LABCLINICS	CALLE CAMPOS ENTRE AV. 6 DE AGOSTO Y CALLE VILLEGAS

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la distribución de establecimientos de salud en el municipio de La Paz.

Mapa No. 9 Establecimiento de Salud



Fuente: Elaboración propia

2.4.8.1.2. *Desarrollo de trabajo de campo*

En primera instancia se efectuó una reunión de coordinación entre el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz la Empresa GAHOOLE SRL, para cada establecimiento de salud se remitió una nota solicitando la autorización correspondiente para formar parte del Estudio de Caracterización, además que el personal de la empresa efectuó entrevistas con los responsables de bioseguridad y/o encargados de limpieza para explicarles los horarios de pesaje, fechas de inicio y termino del estudio.

El pesaje inicio a partir del 10 al 16 de octubre del presente mes. No se realizó la recolección de la muestra, solo comprendió el pesaje en el sitio de almacenamiento temporal de disposición de los residuos sólidos de cada establecimiento de salud para precautelar la bioseguridad del personal de la empresa.

Fotografía No 20 Establecimientos de salud muestreados

LABORATORIO LABCLINICS



CONSULTORIO REINO DENTAL



HOSPITAL DE CLÍNICAS (3ER NIVEL)



HOSPITAL DE LA MUJER (3ER NIVEL)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía No 21 Pesaje de residuos Sólidos en Establecimientos de Salud.



Fuente: Elaboración propia

El pesaje de los residuos sólidos de los establecimientos de salud se efectuó con personal de GAHOOLE SRL, con la indumentaria correspondiente y con la supervisión de la Responsable de Patógenos de SIREMU del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

2.4.8.1.3. Formulario de encuesta

Con base al modelo de propuesta preliminar presentada para el levantamiento de información en campo, se ha trabajado en coordinación con la instancia supervisora del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.

La encuesta se formuló en base a las características operativas de los establecimientos de salud, además de los residuos generados, así también se tomó en cuenta las categorías con la que cuenta cada establecimiento y las clases y subclases de residuos sólidos generados, todo esto de acuerdo al anexo B de la NB 69002 - Caracterización y la NB 69003 – Almacenamiento.

2.4.8.1.4. **Formulario para relevamiento de datos en fuente no domiciliaria**

El formulario 0 o de empadronamiento es el primer contacto con la fuente generadora para el desarrollo del estudio, mediante este formulario se obtienen los datos iniciales del rubro además de los datos de la persona de referencia para la coordinación e inicio del pesaje los 7 días siguientes.

2.4.8.1.5. **Formularios de registro de pesos de residuos no domiciliarios**

El pesaje de los RRSS de Establecimientos de Salud se realizó por 7 días desde fecha 10 de octubre hasta el 16 de octubre del presente año. Con el formulario de registro de peso se obtuvo el relevamiento de información en Kg de las clases y subclases de los 7 días del estudio en cada uno de los establecimientos de salud, en este formulario, además, se recopiló información sobre el personal técnico (doctores, enfermeras), personal administrativo (secretarías, seguridad, portero), la capacidad del establecimiento de Salud, los pacientes internados y las consultas externas de cada día de pesaje. Para el pesaje se tomó en cuenta las siguientes subclases, de acuerdo a la NB 69003 – Almacenamiento.

Tabla No. 52 Subclases de residuos considerados en establecimientos de salud.

SUB CLASE	
A1 - BIOLÓGICO	
A2 - SANGRE HEMODERIVADOS Y FLUIDOS CORPORALES	
A3 - QUIRÚRGICO ANATÓMICO PATOLÓGICO	
A4 - CORTOPUNZANTES	
A5 - CADAVERES O PARTES DE ANIMALES CONTAMINADOS	
A6 - ASISTENCIA A PACIENTES DE AISLAMIENTO	
B-1 QUÍMICOS PELIGROSOS	
B-2 RESIDUOS FARMACÉUTICOS	
B-3 RADIOACTIVOS	
C - RESIDUOS COMUNES	ORGANICOS
	RECICLABLES
	NO APROVECHABLE

Fuente: Elaboración propia

2.4.9. RECOLECCION DE MUESTRAS - INDUSTRIAS

2.4.9.1. **Determinación de la generación per-cápita**

2.4.9.1.1. **Planificación operativa**

En fecha 1 de octubre del presente año, se realizó una mesa de trabajo donde se abordó el trabajo de campo de diferentes fuentes generadoras no domiciliarias como son las industrias.

En la reunión se encontraron presentes:

Tabla No. 53 Listado de participantes reunión de coordinación

NOMBRE	INSTITUCIÓN
ADELA LINARES SIÑANI	SIREMU – GAMLP
CECILIA NAVARRO VALENZUELA	DPCA-SMGA-GAMLP
NAYDA GRACE MARCONI SIÑANI	CÁMARA NACIONAL DE INDUSTRIAS - CNI
FERNANDO AVERANGA GONZALES	EMPRESA GA HOOLE

Fuente: Elaboración propia.

Con base a esta coordinación previa, se prosiguió con la caracterización correspondiente en Industrias.

Tabla No. 54 Cantidad de muestras en establecimientos de industrias

TAMAÑO INDUSTRIA	CANTIDAD	PORCENTAJE	MUESTRAS
GRANDE	139	34%	30
MEDIANA	157	38%	34
PEQUEÑA	116	28%	25
TOTAL GENERAL	412	100%	90

Fuente: Elaboración propia

Una vez socializado con el equipo de trabajo los puntos de muestreo pre identificados, se realizó un reconocimiento de campo.

Posterior al trabajo de reconocimiento de campo se realizó la recolección de muestras en industrias.

Fotografía No 22 Proceso de recolección de muestras en Industrias

RECEPCIÓN DE NOTA PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO (LABORATORIOS ALFA)



RECOLECCIÓN DE MUESTRAS INDUSTRIAS VENADO





INDUSTRIAS PATISU LTDA.



FÁBRICA DE CALAMINAS IMCOR



PESAJE DE RESIDUOS DE ALGODÓN - SENATEX



INDUSTRIAS DINÁMICA TEXTIL



VITRO TEMP. LTDA.



Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 55 Cuadro resumen de Industrias consideradas para el estudio

N°	INDUSTRIAS	CANTIDAD
1	GRANDES	30
2	MEDIANAS	35
3	PEQUEÑAS	25
	TOTAL	90

Fuente: Elaboración propia

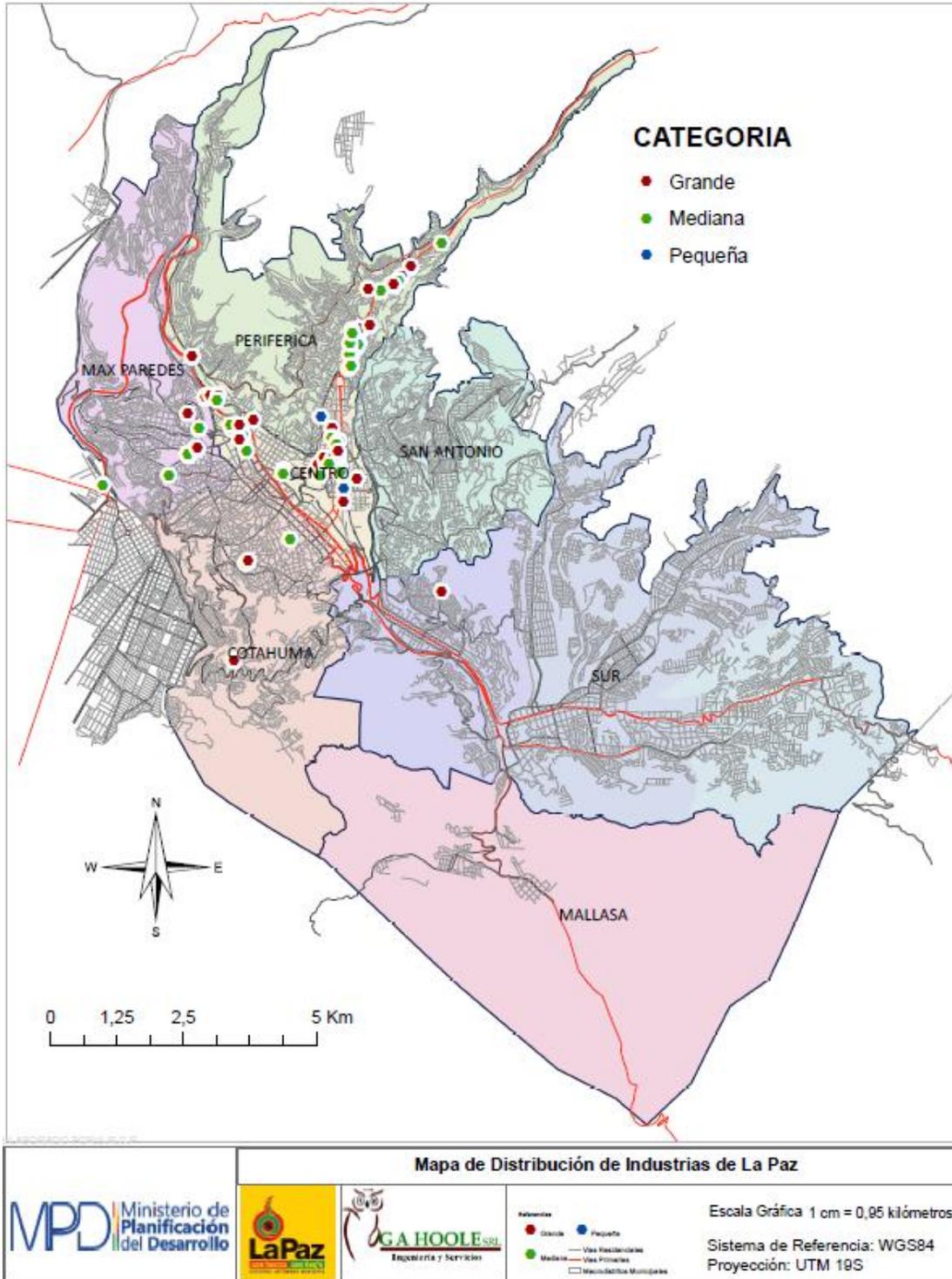
Se tiene un total de 90 industrias consideradas para el presente estudio.

Es importante informar que, si bien en una primera etapa se seleccionaron las 90 muestras correspondientes al rubro de industrias grandes medianas o pequeñas, las mismas fueron actualizadas en campo por las siguientes razones:

- Muchas de las industrias cerraron o dejaron de funcionar.
- Traslado a otras zonas u otro municipio desconociendo su localización actual o encontrarse fuera de la jurisdicción del municipio de La Paz.
- No interés de participar en el estudio.
- Se encontraban atravesando problemas internos (paro de trabajadores).
- Coyuntura nacional y departamental, que ocasiono el cierre temporal de industrias.

En tanto, con la finalidad de avanzar en el estudio y con la finalidad de contar con la totalidad de las muestras de forma representativa de las industrias, se realizó un trabajo de búsqueda en campo, localizando de esta forma nuevas industrias interesadas en participar en el estudio.

Figura No. 56 Mapa de Industrias consideradas para el estudio



Fuente: Elaboración propia

2.4.9.1.2. Formulario de Encuesta

Las encuestas son aplicadas en fuentes no domiciliarias una vez explicados los objetivos del estudio, la encuesta busca obtener datos que permitan analizar posteriormente la generación, con preguntas sobre el comportamiento respecto a la generación y opinión respecto al servicio de aseo urbano además de los datos requeridos para determinar la PPC.

2.4.9.1.3. Formulario para relevamiento de datos en fuente no domiciliaria

Estos formularios conjuntamente con la encuesta se constituyen en el primer contacto con la fuente generadora para el desarrollo del estudio, permite explicar de forma clara los objetivos del estudio y la importancia de su apoyo con la entrega de sus residuos durante el periodo de muestreo, se levantan los datos iniciales de la fuente además de los datos de la persona de referencia para la coordinación e inicio de trabajo de campo o de recolección de muestras no domiciliarias.

2.4.9.1.4. Formularios de Registro de Pesos de residuos no domiciliarios

En fuentes de generación no domiciliaria, la frecuencia de muestreo durante (4) días, donde el primero es descarte y tres pesajes de forma continua como lo establece la norma boliviana 743(2019). Las muestras del primer día fueron descartadas de acuerdo con lo señalado en el numeral 7.2.2.2 de la mencionada norma.

2.4.10. Determinación del peso volumétrico de residuos no domiciliarios

La determinación del peso volumétrico de los residuos No Domiciliarios se realizó a través de un análisis por Rubro, tomando como referencia la NB-743 (2019) Residuos sólidos - Determinación de parámetros físicos de los residuos sólidos municipales. Para esta actividad, se utilizó un recipiente de 200 litros y una balanza de piso. Se tomó en cuenta que el recipiente este limpio y sin abolladuras, además que la balanza este calibrada.

Los residuos que se procedió a pesar provinieron de los cuadrantes rechazados del cuarteo, estos se depositaron en el turril hasta llegar a su capacidad volumétrica para después pesarlo, anotar el dato y finalmente desechar los residuos.

2.4.11. Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

La cuantificación de subproductos se realizó según NB 743 (2019), así mismo, se complementaron algunos subproductos para tener un listado de materiales acorde a las actividades diarias del municipio.

Las muestras recolectadas se analizaron acuerdo al rubro de procedencia, se realizó el vaciado de las bolsas sobre una lona, el personal se encargó de homogenizar la muestra con la ayuda de palas y se procedió al cuarteo correspondiente y de manera equitativa para obtener muestras representativas. Una vez cuarteada la muestra se rechazó los cuadrantes de lados opuestos y se cuantificaron por subproductos los cuadrantes restantes, separando los materiales, pesándolos y anotando los registros en los formularios correspondientes.

Fotografía No 23 Determinación de peso volumétrico y cuantificación de subproductos









Fuente: Elaboración propia

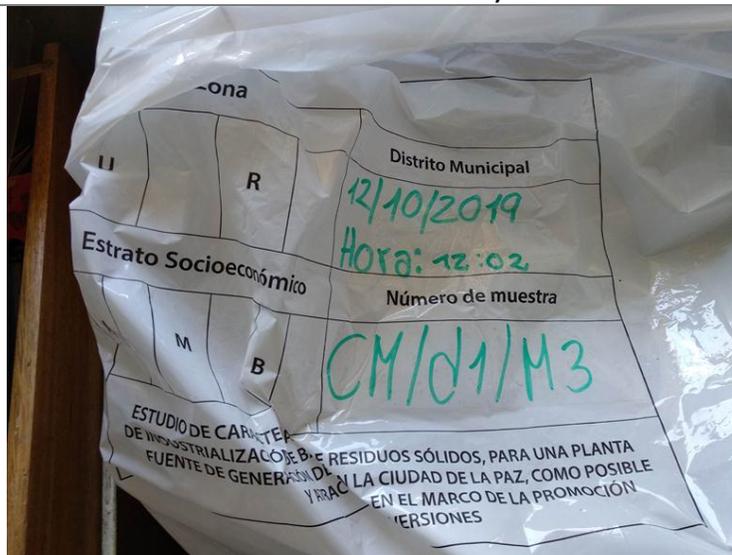
2.4.12. REGISTRO DE TOMA DE MUESTRAS

El registro de toma de muestras para laboratorio de los residuos recolectados de fuente no domiciliaria fue enviado al IIDEPROQ - Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos de la Universidad Mayor de San Andrés. Respecto a la metodología de toma de muestras, la misma se enmarca a las disposiciones de la NB 743. De las áreas de cuarteo que no ingresaran a la cuantificación de subproductos se toma la muestra para análisis físico-químico debidamente codificada.

La toma de muestras para fuentes no domiciliarias se realizó el 1er y el 3er día de caracterización respectivamente, a continuación, se detalla el paso a paso de la toma de muestras:

Fotografía No 24 Toma de muestras fuente no domiciliarias

ETIQUETADO DE LA BOLSA CON LOS DATOS CORRESPONDIENTES (FECHA, HORA, Y CÓDIGO DE MUESTRA)



HOMOGENIZACIÓN DE LOS RUBROS A MUESTREAR (ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE, EXPENDIOS DE COMIDA Y CONSUMO)



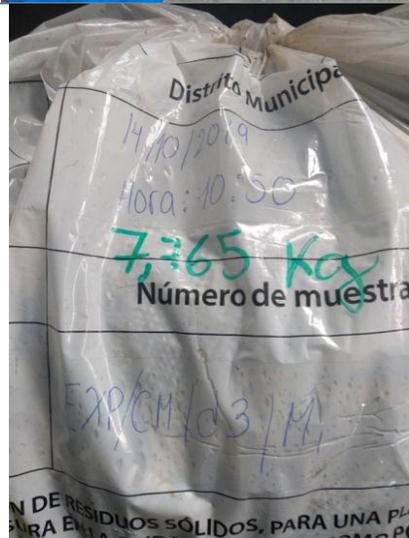
UNA VEZ REALIZADA LA HOMOGENIZACIÓN SE REALIZÓ EL CUARTEO Y POSTERIOR TOMA DE MUESTRAS DE LOS DOS CUADRANTES QUE ERAN PARA DESCARTE (ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE, EXPENDIO DE COMIDA Y CONSUMO MASIVO).



PARA LA SEGUNDA TOMA DE MUESTRAS (3ER DÍA DE CARACTERIZACIÓN) SE SIGUIÓ EL MISMO PROCEDIMIENTO







Fuente: Elaboración propia

Detalle de toma de muestras:

Tabla No. 57 Toma de muestras fuentes no domiciliarias

COMERCIALES (EXPENDIO DE COMIDA, HOSPEDAJES, MERCADOS)		INSTITUCIONALES (ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS, INSTITUCIONES) E INDUSTRIAS	
1ER DÍA (12/10/19)	SE TOMO UNA MUESTRA	2DO DÍA (25/10/19)	SE TOMO 3 MUESTRAS, UNA DE CADA RUBRO TRABAJADO
CÓDIGOS DE MUESTRA, PESO:	EH/D1/M1 ;KG 5.30 EXP/D1/M2 ;KG 6.17 CM/D1/M3 ;KG 5.45	CÓDIGOS DE MUESTRA, PESO:	INS/D1/M1 ;KG 5.80 EE-UE/D1/M2 ;KG 5.48 IND/D1/M3 ;KG 6.01
3ER DÍA (14/10/19)	SE TOMO UNA MUESTRA DE LOS RUBROS TRABAJADOS	3ER DÍA (26/10/2019)	SE TOMO 3 MUESTRAS UNA DE CADA RUBRO TRABAJADO
CÓDIGOS DE MUESTRAS Y PESOS	EXP/CM/D3/M2 ; KG 7.765 (14/10/19) HORA: 10:50	CÓDIGOS DE MUESTRA, PESO:	INS/D1/M1 ;KG 4.80 EE-UE/D1/M2 ;KG 5.21 IND/D1/M3 ;KG 5.12

Fuente: Elaboración propia

2.5. Supervisión por el GAMLP

Respecto al trabajo de acompañamiento y supervisión que desarrolló el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz - GAMLP por medio de las instancias asignadas para el efecto SMGA y SIREMU, se puede informar que las mismas se desarrollaron de forma adecuada lo que permitió distintas diligencias de forma conjunta y coordinada entre ambas instancias Empresa GA HOOLE y GAMLP:

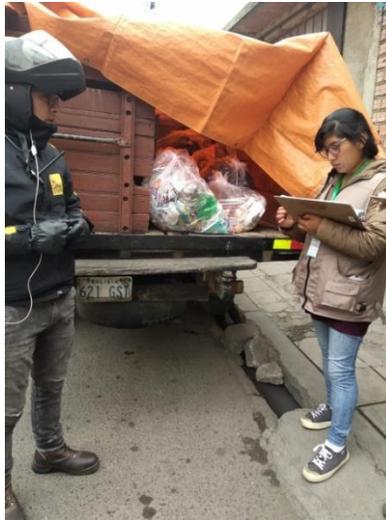
- ✓ Reuniones de coordinación y planificación.
- ✓ Notas de solicitud de participación del estudio a las distintas instituciones públicas y privadas.
- ✓ Acompañamiento para el seguimiento de respuestas a las notas enviadas a distintas instituciones públicas y privadas.
- ✓ Supervisión en la recolección de muestras en las distintas fuentes generadoras.

Fotografía No 25 Apoyo y supervisión por parte del GAMLP

RUEDA DE PRENSA PARA INFORMAR SOBRE LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN



SUPERVISIÓN EN LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



Fuente: Elaboración propia



3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO

En el presente acápite se presentarán los resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos de la ciudad de La Paz. El cual se realizó en los 21 distritos urbanos del municipio con un total de 2150 muestras con el siguiente detalle.

Tabla No. 58 Cantidad de muestras para el estudio de caracterización

Muestras	Cantidad
Muestras domiciliarias	1650
Muestras no domiciliarias	500

Fuente: Elaboración propia

3.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE FUENTE DOMICILIARIA

3.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La ciudad de La Paz cuenta con una población al 2019⁸ de 943.758 habitantes divididos en 21 distritos municipales urbanos. Así mismo cuenta con 7 Macro distritos donde Cotahuma, Max Paredes y Periférica son el 61% y Mallasa el de menor población con 0,8%. Estos porcentajes son importantes posteriormente para calcular los parámetros de diseño de residuos sólidos como la generación per cápita, la composición física y la densidad.

Tabla No. 59 Población por macrodistrito

MACRO DISTRITO	POBLACION 2019	PORCENTAJE
CENTRO	76.404	8,1%
COTAHUMA	184.148	19,5%
MALLASA	7.804	0,8%
MAX PAREDES	195.986	20,8%
PERIFERICA	188.976	20,0%
SAN ANTONIO	138.746	14,7%
SUR	151.694	16,1%
TOTAL	943.758	100,0%

Fuente: Datos proporcionados por GAM La Paz

Al considerar la población por estrato socioeconómico, el cual está distribuido en los diferentes macro distritos el estrato alto es el 27.9% de la población de la ciudad y el estrato medio 44.7% y el estrato bajo 22.7%, como se aprecia en la siguiente tabla.

⁸ Fuente: Dato de población proporcionado por la Dirección de Información e Investigación Municipal del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

Tabla No. 60 Población por estrato socioeconómico, ciudad de La Paz

ESTRATO SOCIECONOMICO	POBLACION (HAB)	PORCENTAJE
ALTO	262.867	27,9%
MEDIO	421.870	44,7%
BAJO	259.021	27,4%
TOTAL	943.758	100,0%

Fuente Elaboración propia con datos GAM La Paz

3.1.2. GENERACIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.

Una vez recopilados los formularios de pesaje, se sistematizan por distrito municipal desde el día 0 al día 7 se consolida una sola base de datos, luego se compara de manera individual la serie de datos para que con el criterio de DIXON descartar las muestras sospechosas o que no correspondan a una generación normal.

Figura No 11 Procedimiento análisis de Datos generación per cápita



La tabla siguiente nos muestra el detalle de distrito municipal por macrodistrito, la generación per cápita, la cantidad de habitantes por distrito municipal y su estrato socioeconómico.

Tabla No. 61 Generación per cápita por distrito municipal, ciudad de La Paz

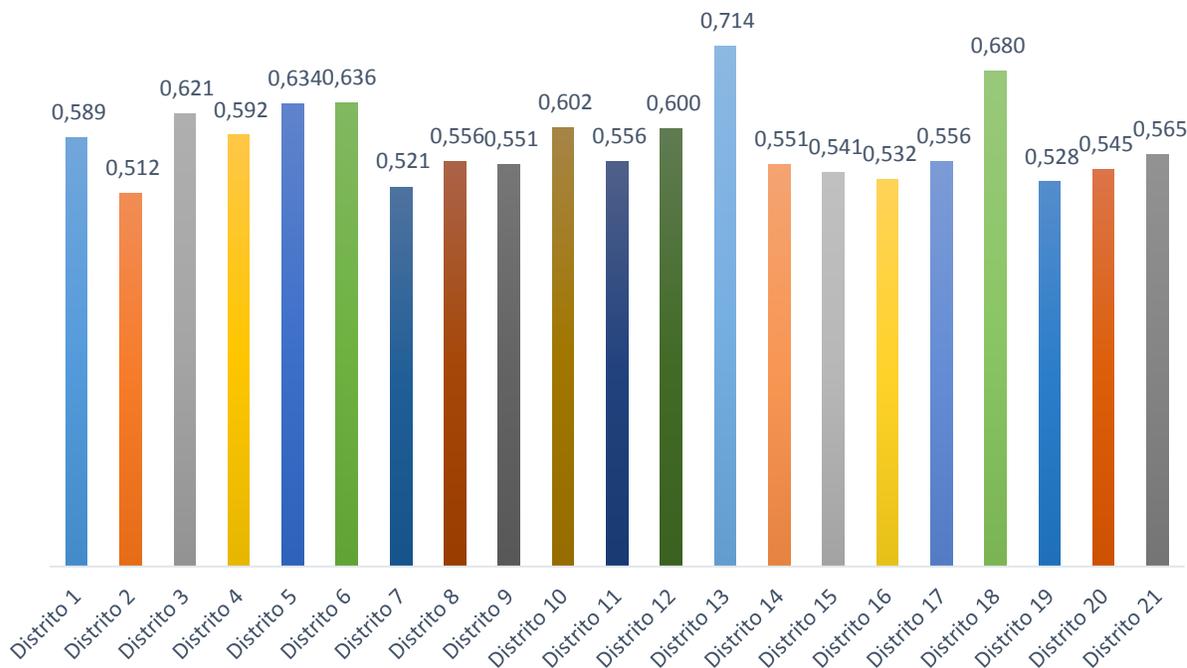
MACRODISTRITO	DISTRITO MUNICIPAL	PPC kg/hab.día	HABITANTES	GENERACION kg/día	ESTRATO
CENTRO	Distrito 1	0,589	34.857	20.530,8	ALTO
CENTRO	Distrito 2	0,512	41.547	21.272,1	ALTO
COTAHUMA	Distrito 3	0,621	36.971	22.959,0	ALTO

MACRODISTRITO	DISTRITO MUNICIPAL	PPC kg/hab.día	HABITANTE S	GENERACION kg/día	ESTRATO
COTAHUMA	Distrito 4	0,592	54.990	32.554,1	MEDIO
COTAHUMA	Distrito 5	0,634	52.164	33.072,0	BAJO
COTAHUMA	Distrito 6	0,636	40.023	25.454,6	ALTO
MAX PAREDES	Distrito 7	0,521	63.653	33.163,2	BAJO
MAX PAREDES	Distrito 8	0,556	46.762	25.999,7	ALTO
MAX PAREDES	Distrito 9	0,551	55.282	30.460,4	BAJO
MAX PAREDES	Distrito 10	0,602	30.289	18.234,0	MEDIO
PERIFERICA	Distrito 11	0,556	87.101	48.428,2	MEDIO
PERIFERICA	Distrito 12	0,600	51.033	30.619,8	BAJO
PERIFERICA	Distrito 13	0,714	50.842	36.301,2	MEDIO
SAN ANTONIO	Distrito 14	0,551	35.546	19.585,8	MEDIO
SAN ANTONIO	Distrito 15	0,541	38.285	20.712,2	MEDIO
SAN ANTONIO	Distrito 16	0,532	29.085	15.473,2	BAJO
SAN ANTONIO	Distrito 17	0,556	35.830	19.921,5	MEDIO
SUR	Distrito 18	0,680	62.707	42.640,8	ALTO
SUR	Distrito 19	0,528	32.217	17.010,6	MEDIO
MALLASA	Distrito 20	0,545	7.804	4.253,2	BAJO
SUR	Distrito 21	0,565	56.770	32.075,1	MEDIO
			943.758	550.721	

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el GAM La Paz

La generación en la ciudad de La Paz de fuente domiciliar es de 550.721 kg/día (550,7 Ton/día), Así mismo tenemos como parámetro mayor la generación del distrito 13 con 0.714 kg/hab. día y el más bajo en el distrito 2 con 0.512 kg/hab. día, se puede apreciar los otros valores para los demás distritos en el siguiente gráfico.

Gráfico No. 2 Generación per cápita por distrito municipal (kg/hab/día)



Fuente: Elaboración propia

Analizando la generación per cápita (PPC) por macrodistrito, se suman las poblaciones de cada distrito municipal (A), la generación calculada (B) en la tabla anterior y ambos valores se dividen (B/A) para obtener el PPC por macrodistrito. Según el detalle siguiente.

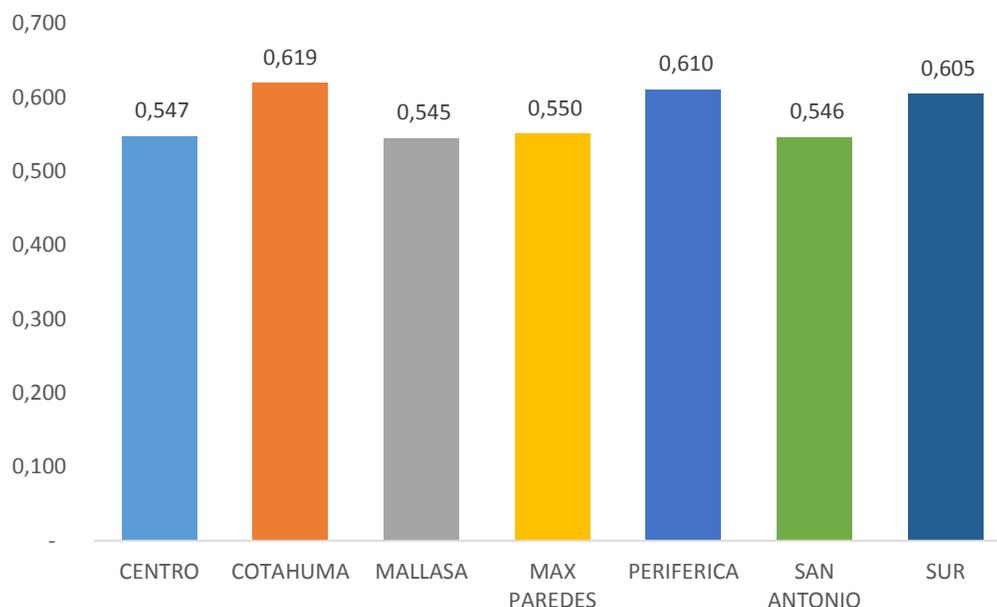
Tabla No. 62 PPC por macrodistrito

MACRODISTRITO	POBLACION (Hab)	GENERACIÓN kg/día	PPC kg/habitante.día
CENTRO	76.404	41.803	0,547
COTAHUMA	184.148	114.040	0,619
MALLASA	7.804	4.253	0,545
MAX PAREDES	195.986	107.857	0,550
PERIFERICA	188.976	115.349	0,610
SAN ANTONIO	138.746	75.693	0,546
SUR	151.694	91.726	0,605
TOTAL	943.758	550.721	0,584

Fuente: Elaboración propia

De manera ponderada el macrodistrito de Cotahuma tiene el valor mayor de generación 0.619 kg/hab. día y el macrodistrito de Mallasa 0.545 kg/hab. día como se aprecia en el siguiente gráfico

Gráfico No. 3 Generación per cápita por macrodistrito (kg/hab.día)



Fuente: Elaboración propia

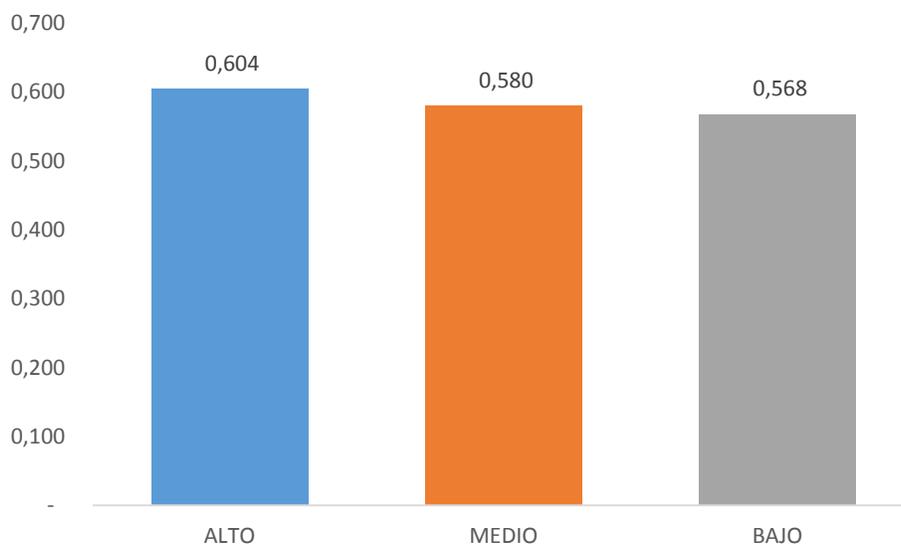
Considerando las poblaciones de los distritos municipales y agrupándolas por estrato socioeconómico en base la información proporcionada por GAMLP, se tiene para el estrato alto un PPC de 0.604 kg/hab. día, medio 0.580 kg/hab. día y bajo 0.568 kg/hab. día.

Tabla No. 63 Generación per cápita por estrato socioeconómico

ESTRATO SOCIECONOMICO	POBLACION (HAB)	GENERACION (KG/DIA)	PPC (KG/HAB.DIA)
ALTO	262.867	158.857	0,604
MEDIO	421.870	244.823	0,580
BAJO	259.021	147.042	0,568
TOTAL	943.758	550.721	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico No. 4 PPC por estrato socioeconómico (kg/hab.día)



Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado el PPC por estrato socioeconómico calculamos el Promedio Ponderado Per-capita PPC_{pp} ponderado para la ciudad de La Paz, que resulta de la siguiente tabla.

Tabla No. 64 Calculo de PPC ponderado

ESTRATO SOCIECONOMICO	POBLACION (HAB)	PORCENTAJE (A)	PPC CALCULADO (B) kg/hab.día	APORTE AL PPC (A*B) kg/hab.día	PPC_{pp} kg/hab.día
ALTO	262.867	27,9%	0,604	0,168	0,584
MEDIO	421.870	44,7%	0,580	0,259	
BAJO	259.021	27,4%	0,568	0,156	
TOTAL	943.758	100,0%			

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1. Comparación con estudios previos

Comparando la generación con estudios previos se puede apreciar un crecimiento en la generación per cápita, esta comparación nos permitirá conocer la tasa de crecimiento anual del PPC.

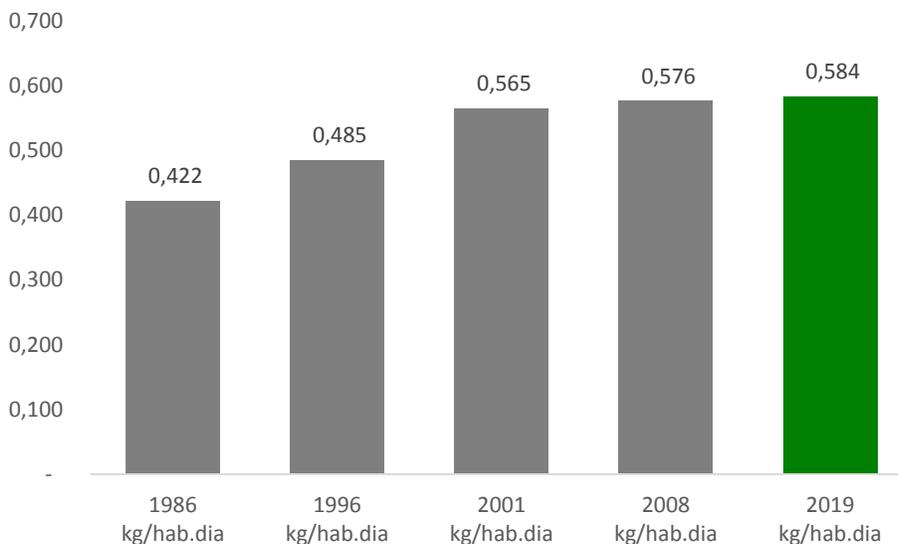
Tabla No. 65 Comparación del PPC con estudio previo

ESTRATO SOCIECONOMICO	1986 kg/hab.día	1996 kg/hab.día	2001 kg/hab.día	2008 kg/hab.día	2019 kg/hab.día
ALTO	0,540	0,609	0,651	0,691	0,604
MEDIO	0,433	0,508	0,598	0,665	0,580
BAJO	0,360	0,392	0,459	0,471	0,568

ESTRATO SOCIOECONOMICO	1986 kg/hab.día	1996 kg/hab.día	2001 kg/hab.día	2008 kg/hab.día	2019 kg/hab.día
PPC _{PP}	0,422	0,485	0,565	0,576	0,584

Fuente: Elaboración propia con datos del GAMLPL

Gráfico No. 5 Comparación del PPC_{PP} ponderado con estudios previos



El índice de crecimiento anual para el PPC vamos a considerar desde la gestión 2001 hasta la gestión 2019, para el cálculo y minimizar el error se redondean los valores con tres decimales, posteriormente se realiza una determinación aritmética del incremento anual de la PPC en los últimos 18 años, para posteriormente calcular en porcentaje la tasa de crecimiento anual del PPC 0,19 %

Tabla No. 66 Cálculo índice de crecimiento PPC_{PP}

PPC 2019 Kg/hab.día (A)	PPC 2001 Kg/hab.día (B)	DIFERENCIA AÑOS (C)	INCREMENTO D= (A-B)	INCREMENTO ANUAL E= D/C	% CRECIMIENTO (E/B)
0,584	0,565	18	0,01900	0,00106	0,190%

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Para la proyección de la generación de residuos domiciliarios se considera la tasa de crecimiento población de 1,11% para la ciudad de La Paz y de 0.19% para el PPC. Proyecciones de población realizadas en base a la tasa de crecimiento interenal 1992 - 2001 en el Municipio de La Paz (1,11%)⁹

⁹ Fuente: Secretaría Municipal de Planificación para el Desarrollo - Instituto Nacional de Estadística, Censo Nacional de Población y Vivienda 1992, 2001

Tabla No. 67 Proyección de la generación de residuos fuente Domiciliarias

No	AÑO	POBLACION N (hab)	PPC (kg/hab.d ia)	GENERACION (kg/dia)	GEN TON/DIA	GENERACION (TON/SEM)	GENERACION (TON/AÑO)
0	2019	943.758	0,584	551.154,7	551,2	3.858,1	201.171,5
1	2020	954.253	0,585	558.238,0	558,2	3.907,7	203.756,9
2	2021	964.826	0,586	565.388,0	565,4	3.957,7	206.366,6
3	2022	975.478	0,587	572.605,6	572,6	4.008,2	209.001,0
4	2023	986.210	0,588	579.891,5	579,9	4.059,2	211.660,4
5	2024	997.022	0,590	588.243,0	588,2	4.117,7	214.708,7
6	2025	1.007.916	0,591	595.678,4	595,7	4.169,7	217.422,6
7	2026	1.018.892	0,592	603.184,1	603,2	4.222,3	220.162,2
8	2027	1.029.951	0,593	610.760,9	610,8	4.275,3	222.927,7
9	2028	1.041.095	0,594	618.410,4	618,4	4.328,9	225.719,8
10	2029	1.052.324	0,595	626.132,8	626,1	4.382,9	228.538,5
11	2030	1.063.639	0,596	633.928,8	633,9	4.437,5	231.384,0
12	2031	1.075.041	0,597	641.799,5	641,8	4.492,6	234.256,8
13	2032	1.086.531	0,599	650.832,1	650,8	4.555,8	237.553,7
14	2033	1.098.110	0,600	658.866,0	658,9	4.612,1	240.486,1
15	2034	1.109.779	0,601	666.977,2	667,0	4.668,8	243.446,7
16	2035	1.121.539	0,602	675.166,5	675,2	4.726,2	246.435,8
17	2036	1.133.391	0,603	683.434,8	683,4	4.784,0	249.453,7
18	2037	1.145.336	0,604	691.782,9	691,8	4.842,5	252.500,8
19	2038	1.157.376	0,605	700.212,5	700,2	4.901,5	255.577,6
20	2039	1.169.510	0,606	708.723,1	708,7	4.961,1	258.683,9

Fuente: Elaboración propia

En 20 años la generación incrementara 258 mil toneladas anuales y un PPC de 0.606 kg/hab.dia y una población de 1.169.510 habitantes.

3.1.4. DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

El peso volumétrico o densidad de los residuos se expresa en kg/m³, el mismo se calculó por estrato socioeconómico con el siguiente detalle

ESTRATO ALTO

Tiene un promedio de 175,29 kg/m³ y considera los macrodistritos Centro, Cotahuma, Max Paredes y Sur

Tabla No. 68 Densidad de los residuos estrato alto (kg/m³)

DIA	FECHA	CENTRO	COTAHUMA	MAX PAREDES	SUR
1	22/9/2019	209,48	124,86	176,34	138,98
2	23/9/2019	137,77	147,19	143,32	177,91
3	24/9/2019	100,25	282,01	147,63	129,82

4	25/9/2019	204,15	179,18	189,52	194,12
5	26/9/2019	168,09	169,97	192,55	200,72
6	27/9/2019	205,74	167,88	215,92	199,81
7	28/9/2019	186,78	122,26	165,41	230,37
TOTAL		173,18	170,48	175,81	181,68
PROMEDIO		175,29			

Fuente: Elaboración propia

ESTRATO MEDIO

Tiene un promedio de 175,68 kg/m³ y considera macrodistritos de Cotahuma, Max Paredes Periferica, San Antonio y Sur

Tabla No. 69 Peso volumétrico estrato medio (kg/m³)

DIA	FECHA	COTAHUMA	MAX PAREDES	PERIFERICA	SAN ANTONIO	SUR
1	22/9/2019	185,93	166,19	191,84	155,90	103,90
2	23/9/2019	206,32	178,63	158,08	172,21	154,41
3	24/9/2019	139,44	186,04	175,92	158,58	173,35
4	25/9/2019	183,71	167,25	203,46	159,94	192,30
5	26/9/2019	175,38	107,80	183,39	212,98	187,74
6	27/9/2019	234,02	176,54	247,89	175,18	175,89
7	28/9/2019	171,07	169,59	195,25	147,18	175,44
TOTAL		185,12	164,58	193,69	168,85	166,15
PROMEDIO		175,68				

Fuente: Elaboración propia

ESTRATO BAJO

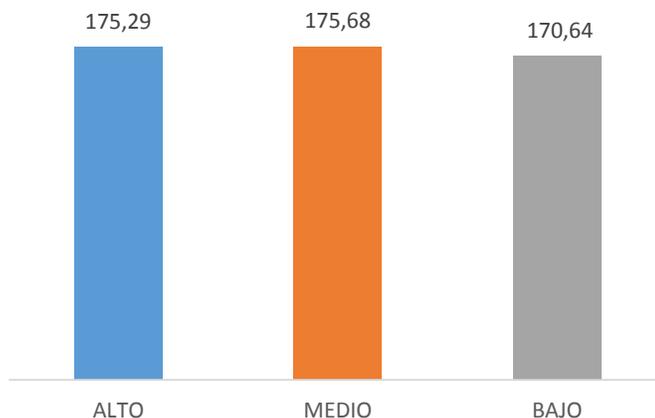
Tiene un promedio de 170.64 kg/m³ y considera macrodistritos de Cotahuma, Max paredes, Periférica, San Antonio y Mallasa.

Tabla No. 70 Peso volumétrico estrato bajo (kg/m³)

DIA	FECHA	COTAHUMA	MAX PAREDES	PERIFERICA	SAN ANTONIO	MALLASA
1	22/9/2019	178,49	201,20	151,74	157,84	121,79
2	23/9/2019	141,97	180,85	171,34	132,15	128,69
3	24/9/2019	194,85	228,75	168,79	189,10	112,82
4	25/9/2019	243,60	164,89	179,74	142,33	159,09
5	26/9/2019	205,17	204,83	265,92	153,56	153,79
6	27/9/2019	169,45	112,55	177,72	163,13	211,86
7	28/9/2019	179,98	211,44	131,50	135,10	146,35
TOTAL		187,65	186,36	178,11	153,32	147,77
PROMEDIO		170,64				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico No. 6 Comparación de peso volumétrico por estratos kg/m³



El peso volumétrico promedio general es de 173.87 kg/m³ para la ciudad de La Paz, como promedio de los pesos de cada estrato socioeconómico.

Tabla No. 71 Peso volumétrico General para la ciudad de La Paz

ALTO	MEDIO	BAJO
175,29	175,68	170,64
173,87 (kg/m³)		

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

La composición de subproductos busca identificar porcentualmente los residuos que se encuentran en una ciudad para analizar potencial reciclable, potencial compostable. A continuación, realizaremos el detalle de subproductos por estrato, para tener el consolidado según estipula la NB 743-2019

3.1.5.1. Subproductos por estrato socioeconómico

La cuantificación en el estrato alto comprende zona de los macrodistritos Sur, Max Paredes, Cotahuma y Centro. Considerando todos ellos se tiene el siguiente detalle de composición física.

Tabla No. 72 Cuantificación de subproductos estrato alto (Kg -%)

CLASIFICACIÓN	SUR		MAX PAREDES		COTAHUMA		CENTRO		PESO TOTAL, EN kg	%
RESTOS DE FRUTAS, VERDURAS Y SIMILARES	177,29	45,19 %	97,45	44,46 %	162,11	52,40 %	115,11	41,13 %	551,94	45,97 %
RESTOS DE COMIDA	52,64	13,42 %	38,65	17,63 %	41,65	13,46 %	61,64	22,03 %	194,58	16,21 %
HUESOS	0,41	0,10%	0,68	0,31%	0,8	0,26%	0,41	0,15%	2,3	0,19%
MADERA NO TRATADA	0,15	0,04%	0,26	0,12%	0,045	0,01%	0,08	0,03%	0,535	0,04%

CLASIFICACIÓN	SUR		MAX PAREDES		COTAHUMA		CENTRO		PESO TOTAL, EN kg	%
RESTOS DE PODAS	14,28	3,64%	0,15	0,07%	0,78	0,25%	1,79	0,64%	17	1,42%
PAPEL BLANCO	3,91	1,00%	1,81	0,83%	3	0,97%	2,29	0,82%	11,01	0,92%
PAPEL DE COLOR	2,32	0,59%	0,36	0,16%	0,77	0,25%	1,41	0,50%	4,86	0,40%
PERIÓDICO	1,65	0,42%	0,84	0,38%	2,54	0,82%	0,82	0,29%	5,85	0,49%
CARTÓN	13,52	3,45%	5,79	2,64%	6,85	2,21%	6,3	2,25%	32,46	2,70%
REVISTAS	0,61	0,16%	0,04	0,02%	0,1	0,03%	2,26	0,81%	3,01	0,25%
OTROS (PAPEL CONTAMINADO)	5,83	1,49%	3,14	1,43%	5,16	1,67%	7,02	2,51%	21,15	1,76%
PLÁSTICO 1, TEREFALATO DE POLIETILENO (PET)	7,07	1,80%	2,98	1,36%	7,52	2,43%	7,84	2,80%	25,41	2,12%
PLÁSTICO 2, POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	3,69	0,94%	1,24	0,57%	2,26	0,73%	1,71	0,61%	8,9	0,74%
PLÁSTICO 3, CLORURO DE POLIVINILO (PVC)	1,25	0,32%	0	0,00%	0,02	0,01%	0,26	0,09%	1,53	0,13%
PLÁSTICO 4, POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)	3,51	0,89%	2,82	1,29%	2,57	0,83%	2,97	1,06%	11,87	0,99%
PLÁSTICO 5, POLIPROPILENO (PP)	2,43	0,62%	1,52	0,69%	2	0,65%	2,06	0,74%	8,01	0,67%
PLÁSTICO 6, POLIESTIRENO (PS)	1,6	0,41%	0,86	0,39%	1,76	0,57%	0,94	0,34%	5,16	0,43%
PLÁSTICO 7, (ABS)	21,71	5,53%	3,81	1,74%	4,36	1,41%	5,39	1,93%	35,27	2,94%
BOLSAS TIPO PELÍCULA	5,09	1,30%	2,64	1,20%	4,29 1	1,39%	3,51	1,25%	15,531	1,29%
OTROS (FIBRA CONTAMINADA, ENVOLTURA DE DULCES)	1,34	0,34%	2,07	0,94%	1,65	0,53%	1,44	0,51%	6,5	0,54%
LATAS DE ALUMINIO	0,41	0,10%	0,39	0,18%	1,99	0,64%	0,66	0,24%	3,45	0,29%
LATAS DE PINTURA	0	0,00%	0,05	0,02%	0	0,00%	0,33	0,12%	0,38	0,03%
METALES NO FERROSOS (HOJALATA)	3,07	0,78%	0,89	0,41%	3,41	1,10%	1,46	0,52%	8,83	0,74%
METALES FERROSOS	1,77	0,45%	2,38	1,09%	0,13	0,04%	0,3	0,11%	4,58	0,38%
VIDRIO TRANSPARENTE	7,42	1,89%	1,63	0,74%	2,22	0,72%	1,26	0,45%	12,53	1,04%
VIDRIO ÁMBAR	2,51	0,64%	0	0,00%	0,76	0,25%	0,39	0,14%	3,66	0,30%
VIDRIO VERDE	2,35	0,60%	0	0,00%	0,06 2	0,02%	1,17	0,42%	3,582	0,30%
VIDRIO PLANO	0	0,00%	0	0,00%	0,35	0,11%	0,02	0,01%	0,37	0,03%
VIDRIO MARRÓN	0,11	0,03%	1,21	0,55%	1,55	0,50%	0	0,00%	2,87	0,24%
ENVASES DE TETRAPARK Y TETRABRIC	0,64	0,16%	0,12	0,05%	0,85	0,27%	0,14	0,05%	1,75	0,15%
TELAS Y TEXTILES	4,5	1,15%	6,36	2,90%	2,98	0,96%	2,28	0,81%	16,12	1,34%
ALGODÓN	0	0,00%	0	0,00%	0,01	0,00%	0,02	0,01%	0,03	0,00%
FIBRAS SINTÉTICAS	0	0,00%	0,75	0,34%	0,95	0,31%	0,19	0,07%	1,89	0,16%
RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	1,23	0,31%	0,29	0,13%	0,58	0,19%	0,25	0,09%	2,35	0,20%
CUERO	0,24	0,06%	0,07	0,03%	0	0,00%	0	0,00%	0,31	0,03%
GOMA	0,26	0,07%	0,2	0,09%	0,36	0,12%	0,8	0,29%	1,62	0,13%
BATERÍAS	0	0,00%	0,02	0,01%	0	0,00%	0	0,00%	0,02	0,00%
PILAS	0	0,00%	0,03	0,01%	0,46	0,15%	2,36	0,84%	2,85	0,24%
MEDICAMENTOS CADUCOS	1,48	0,38%	0,68	0,31%	0,46	0,15%	0,92	0,33%	3,54	0,29%
ENVASES DE PLAGUICIDAS	0	0,00%	0,02	0,01%	0	0,00%	0	0,00%	0,02	0,00%
LUMINARIAS INCANDESCENTES Y LÁMPARAS DE DESCARGA	0,1	0,03%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,1	0,01%

CLASIFICACIÓN	SUR		MAX PAREDES		COTAHUMA		CENTRO		PESO TOTAL, EN kg	%
RESTOS DE PINTURA	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
OTROS R. PELIGROSOS (MAT.HOSP. CONTAMINADO)	0	0,00%	0,03	0,01%	0	0,00%	0,12	0,04%	0,15	0,01%
PAPEL SANITARIOS	23,18	5,91%	13,55	6,18%	21,64	7,00%	13,66	4,88%	72,03	6,00%
PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANITARIOS	15,43	3,93%	15,45	7,05%	10,44	3,38%	17,44	6,23%	58,76	4,89%
HECES FECALES	2,34	0,60%	2,96	1,35%	3,03	0,98%	2,4	0,86%	10,73	0,89%
MADERA TRATADA	0,26	0,07%	0,29	0,13%	0,435	0,14%	0,84	0,30%	1,825	0,15%
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS	0	0,00%	0,1	0,05%	1,37	0,44%	2,1	0,75%	3,57	0,30%
RESIDUOS VOLUMINOSOS	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
LOZA Y CERÁMICA	1,21	0,31%	1,79	0,82%	0,93	0,30%	1,94	0,69%	5,87	0,49%
RESIDUOS FINOS	1,14	0,29%	1,25	0,57%	0,877	0,28%	1,68	0,60%	4,947	0,41%
OTROS (MATERIALES CONTAMINADOS)	2,23	0,57%	1,55	0,71%	3,19	1,03%	1,79	0,64%	8,76	0,73%
PLASTOFORM	0,14	0,04%	0,04	0,02%	0,07	0,02%	0,09	0,03%	0,34	0,03%
TOTALES	392	100%	219	100%	309	100%	279	100%	1200	100%

Fuente: Elaboración propia

Para el estrato medio se consideran los macrodistritos Sur, San Antonio, Periférica, Max Paredes y Cotahuma.

Tabla No. 73 Cuantificación de subproductos estrato medio (Kg -%)

CLASIFICACIÓN	SUR		SAN ANTONIO		PERIFERICA		MAX PAREDES		COTAHUMA		PESO TOTAL, EN kg	%
RESTOS DE FRUTAS, VERDURAS Y SIMILARES	132,1	40,0%	148,32	51,1%	188,91	47%	105,4	46%	130,42	55,97%	705,15	47,43%
RESTOS DE COMIDA	54,37	16,5%	36,22	12,5%	73,33	18%	33,63	15%	27,53	11,81%	225,08	15,14%
HUESOS	4,7	1,4%	1,71	0,6%	3,72	1%	3,76	2%	0,7	0,30%	14,59	0,98%
MADERA NO TRATADA	0	0,0%	0	0,0%	0,7	0%	0,1	0%	0,01	0,00%	0,81	0,05%
RESTOS DE PODAS	13,7	4,2%	6,69	2,3%	1,16	0%	1,7	1%	4,24	1,82%	27,49	1,85%
PAPEL BLANCO	1,87	0,6%	0,86	0,3%	1,25	0%	1,29	1%	0,67	0,29%	5,94	0,40%
PAPEL DE COLOR	0,94	0,3%	1,3	0,4%	0,5	0%	0,37	0%	0,41	0,18%	3,52	0,24%
PERIÓDICO	1,72	0,5%	2,15	0,7%	0,89	0%	0,68	0%	0,59	0,25%	6,03	0,41%
CARTÓN	6,58	2,0%	6,82	2,3%	8,06	2%	3,68	2%	6,78	2,91%	31,92	2,15%
REVISTAS	2,46	0,7%	2,01	0,7%	0,1	0%	0,73	0%	0	0,00%	5,3	0,36%
OTROS (PAPEL CONTAMINADO)	5,5	1,7%	4,48	1,5%	8,25	2%	3,45	2%	4,19	1,80%	25,87	1,74%
PLÁSTICO 1, TEREFALATO DE POLIETILENO (PET)	6,11	1,9%	4,39	1,5%	6,39	2%	4,52	2%	4,69	2,01%	26,1	1,76%
PLÁSTICO 2, POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	1,87	0,6%	2,12	0,7%	1,42	0%	1,48	1%	1,18	0,51%	8,07	0,54%
PLÁSTICO 3, CLORURO DE POLIVINILO (PVC)	0,07	0,0%	0,16	0,1%	0,07	0%	0	0%	0,04	0,02%	0,34	0,02%
PLÁSTICO 4, POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)	3,33	1,0%	2,3	0,8%	4,32	1%	2,24	1%	2,14	0,92%	14,33	0,96%
PLÁSTICO 5, POLIPROPILENO (PP)	3,1	0,9%	1,5	0,5%	1,7	0%	1,7	1%	1,41	0,61%	9,41	0,63%
PLÁSTICO 6, POLIESTIRENO (PS)	1,44	0,4%	0,99	0,3%	1,69	0%	1,53	1%	0,64	0,27%	6,29	0,42%
PLÁSTICO 7, (ABS)	3,69	1,1%	4,32	1,5%	4,86	1%	2,5	1%	2,14	0,92%	17,51	1,18%
BOLSAS TIPO PELÍCULA	4,43	1,3%	4,12	1,4%	5,65	1%	3,72	2%	2,31	0,99%	20,23	1,36%
OTROS (FIBRA CONTAMINADA, ENVOLTURA DE DULCES)	1,58	0,5%	1,46	0,5%	3,77	1%	1,14	1%	1,88	0,81%	9,83	0,66%
LATAS DE ALUMINIO	2,41	0,7%	0,13	0,0%	0,39	0%	0,18	0%	0,11	0,05%	3,22	0,22%
LATAS DE PINTURA	0,47	0,1%	0,03	0,0%	0	0%	0	0%	0	0,00%	0,5	0,03%
METALES NO FERROSOS (HOJALATA)	1,98	0,6%	1,75	0,6%	1,12	0%	2,02	1%	1,21	0,52%	8,08	0,54%
METALES FERROSOS	0,58	0,2%	0,73	0,3%	1,2	0%	0,06	0%	0,21	0,09%	2,78	0,19%
VIDRIO TRANSPARENTE	8,75	2,7%	2,99	1,0%	4,4	1%	2,46	1%	0	0,00%	18,6	1,25%
VIDRIO AMBAR	1,06	0,3%	0,58	0,2%	0,49	0%	1,12	0%	0,15	0,06%	3,4	0,23%
VIDRIO VERDE	2,4	0,7%	0,96	0,3%	0,43	0%	0,69	0%	0,37	0,16%	4,85	0,33%
VIDRIO PLANO	1,51	0,5%	0	0,0%	0	0%	0,65	0%	0	0,00%	2,16	0,15%
VIDRIO MARRÓN	4,74	1,4%	0,56	0,2%	0,1	0%	1,03	0%	0,3	0,13%	6,73	0,45%
ENVASES DE TETRAPARK Y TETRABRIC	0,36	0,1%	0,06	0,0%	0,31	0%	0,07	0%	0,05	0,02%	0,85	0,06%

CLASIFICACIÓN	SUR		SAN ANTONIO		PERIFERICA		MAX PAREDES		COTAHUMA		PESO TOTAL, EN kg	%
TELAS Y TEXTILES	2,86	0,9%	1,18	0,4%	7,07	2%	4,79	2%	3,27	1,40%	19,17	1,29%
ALGODÓN	0	0,0%	0,14	0,0%	0	0%	0	0%	0,02	0,01%	0,16	0,01%
FIBRAS SINTÉTICAS	0,01	0,0%	0,01	0,0%	0,13	0%	0,97	0%	0,04	0,02%	1,16	0,08%
RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	1,28	0,4%	1,14	0,4%	0,96	0%	1,34	1%	1,64	0,70%	6,36	0,43%
CUERO	0,05	0,0%	0,53	0,2%	0,73	0%	0,02	0%	0	0,00%	1,33	0,09%
GOMA	0,66	0,2%	1,88	0,6%	0,73	0%	0,22	0%	0,33	0,14%	3,82	0,26%
BATERÍAS	0,03	0,0%	0,08	0,0%	0	0%	0	0%	0	0,00%	0,11	0,01%
PILAS	0,04	0,0%	0,15	0,1%	0,01	0%	0	0%	0,22	0,09%	0,42	0,03%
MEDICAMENTOS CADUCOS	0,45	0,1%	0,49	0,2%	0,12	0%	0,65	0%	0,45	0,19%	2,16	0,15%
ENVASES DE PLAGUICIDAS	0	0,0%	0,03	0,0%	0,04	0%	0	0%	0	0,00%	0,07	0,00%
LUMINARIAS INCANDESCENTES Y LÁMPARAS DE DESCARGA	0,27	0,1%	0,11	0,0%	0,13	0%	0	0%	0	0,00%	0,51	0,03%
RESTOS DE PINTURA	0	0,0%	0	0,0%	0	0%	0	0%	0,02	0,01%	0,02	0,00%
OTROS R. PELIGROSOS (MAT.HOSP. CONTAMINADO)	0,5	0,2%	0,03	0,0%	0	0%	0,05	0%	0,37	0,16%	0,95	0,06%
PAPEL SANITARIOS	15,84	4,8%	19,15	6,6%	29,07	7%	11,74	5%	13,18	5,66%	88,98	5,98%
PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANIT.	18,89	5,7%	22,44	7,7%	32,61	8%	18,02	8%	14,06	6,03%	106,02	7,13%
HECES FECALES	6,96	2,1%	0,69	0,2%	1,97	0%	3,6	2%	1,15	0,49%	14,37	0,97%
MADERA TRATADA	0,87	0,3%	0,19	0,1%	1,72	0%	0,34	0%	0,18	0,08%	3,3	0,22%
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS	0,97	0,3%	0	0,0%	1,77	0%	0	0%	0,76	0,33%	3,5	0,24%
RESIDUOS VOLUMINOSOS	0,16	0,0%	0	0,0%	0	0%	0	0%	0	0,00%	0,16	0,01%
LOZA Y CERÁMICA	2,28	0,7%	0,08	0,0%	1,42	0%	0,17	0%	1,02	0,44%	4,97	0,33%
RESIDUOS FINOS	0,77	0,2%	1,17	0,4%	1,04	0%	0,99	0%	0,77	0,33%	4,74	0,32%
OTROS (MATERIALES CONTAMINADOS)	3,3	1,0%	0,83	0,3%	1,26	0%	2,53	1%	0,8	0,34%	8,72	0,59%
PLASTOFORM	0,07	0,0%	0,42	0,1%	0	0%	0	0%	0,37	0,16%	0,86	0,06%
	330,		290		405		227	1	233	100%	1486,84	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

Para el estrato bajo se consideran los macrodistritos de Mallasá, San Antonio, Periférica, Max Paredes y Cotahuma

Tabla No. 74 Cuantificación de subproductos estrato Bajo (Kg -%)

CLASIFICACIÓN	MALLASA		SAN ANTONIO		PERIFERICA		MAX PAREDES		COTAHUMA		PESO TOTAL, EN kg	%
RESTOS DE FRUTAS, VERDURAS Y SIMILARES	60,85	42,8 %	103,64	51,0 %	136,5	41 %	219,9	56 %	140,2	55,47 %	661,09	49,95%
RESTOS DE COMIDA	17,86	12,6 %	31,79	15,7 %	61,2	18 %	50,49	13 %	23,42	9,27%	184,76	13,96%
HUESOS	0,58	0,4%	1,17	0,6%	0,55	0%	1,55	0%	2,86	1,13%	6,71	0,51%
MADERA NO TRATADA	0	0,0%	0,2	0,1%	0,26	0%	0,11	0%	0,09	0,04%	0,66	0,05%
RESTOS DE PODAS	4,04	2,8%	4,57	2,3%	7,83	2%	3,29	1%	0,29	0,11%	20,02	1,51%
PAPEL BLANCO	2,21	1,6%	1,4	0,7%	2,47	1%	2,82	1%	2,6	1,03%	11,5	0,87%
PAPEL DE COLOR	0,26	0,2%	0,545	0,3%	1,04	0%	0,8	0%	0,88	0,35%	3,525	0,27%
PERIÓDICO	0,64	0,5%	0,34	0,2%	1,25	0%	1,74	0%	1,3	0,51%	5,27	0,40%
CARTÓN	5,57	3,9%	5,13	2,5%	8,43	3%	8,44	2%	5,57	2,20%	33,14	2,50%
REVISTAS	0,47	0,3%	0	0,0%	0,25	0%	0,65	0%	0,4	0,16%	1,77	0,13%
OTROS (PAPEL CONTAMINADO)	2,72	1,9%	2,73	1,3%	3,34	1%	7,66	2%	3,79	1,50%	20,24	1,53%
PLÁSTICO 1, TEREFALATO DE POLIETILENO (PET)	3,92	2,8%	1,98	1,0%	4,56	1%	7,75	2%	4,21	1,67%	22,42	1,69%
PLÁSTICO 2, POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	0,9	0,6%	1,27	0,6%	2,42	1%	2,32	1%	1,83	0,72%	8,74	0,66%
PLÁSTICO 3, CLORURO DE POLIVINILO (PVC)	0,02	0,0%	0	0,0%	0	0%	1,04	0%	0	0,00%	1,06	0,08%
PLÁSTICO 4, POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)	1,47	1,0%	2,18	1,1%	3,32	1%	2,66	1%	2,94	1,16%	12,57	0,95%
PLÁSTICO 5, POLIPROPILENO (PP)	1,29	0,9%	1,27	0,6%	2,54	1%	1,87	0%	1,36	0,54%	8,33	0,63%
PLÁSTICO 6, POLIESTIRENO (PS)	1,61	1,1%	1,11	0,5%	0,89	0%	0,87	0%	0,47	0,19%	4,95	0,37%
PLÁSTICO 7, (ABS)	2,11	1,5%	5,21	2,6%	5,61	2%	6,12	2%	4,97	1,97%	24,02	1,81%
BOLSAS TIPO PELÍCULA	1,95	1,4%	2,81	1,4%	5,23	2%	6,85	2%	3,43	1,36%	20,27	1,53%
OTROS (FIBRA CONTAMINADA, ENVOLTURA DE DULCES)	1,58	1,1%	0,73	0,4%	1,79	1%	2,64	1%	2,26	0,89%	9	0,68%
LATAS DE ALUMINIO	0,38	0,3%	0,2	0,1%	0,58	0%	0,73	0%	0,24	0,09%	2,13	0,16%
LATAS DE PINTURA	0	0,0%	0,04	0,0%	1,06	0%	0	0%	0	0,00%	1,1	0,08%
METALES NO FERROSOS (HOJALATA)	0,92	0,6%	1,18	0,6%	1,4	0%	1,88	0%	1,08	0,43%	6,46	0,49%
METALES FERROSOS	0,21	0,1%	0,41	0,2%	0,07	0%	1,09	0%	0,5	0,20%	2,28	0,17%
VIDRIO TRANSPARENTE	2,92	2,1%	0,87	0,4%	4,15	1%	2,82	1%	2	0,79%	12,76	0,96%
VIDRIO AMBAR	0,33	0,2%	0,35	0,2%	0,24	0%	0,49	0%	0	0,00%	1,41	0,11%
VIDRIO VERDE	0,53	0,4%	1,49	0,7%	1,23	0%	0,59	0%	0,42	0,17%	4,26	0,32%
VIDRIO PLANO	0	0,0%	1,45	0,7%	0,03	0%	0	0%	0,3	0,12%	1,78	0,13%
VIDRIO MARRÓN	0,53	0,4%	0	0,0%	0	0%	0	0%	0,19	0,08%	0,72	0,05%
ENVASES DE TETRAPARK Y TETRABRIC	0,02	0,0%	0,04	0,0%	0,03	0%	0,3	0%	0	0,00%	0,39	0,03%

CLASIFICACIÓN	MALLASA		SAN ANTONIO		PERIFERICA		MAX PAREDES		COTAHUMA		PESO TOTAL, EN kg	%
TELAS Y TEXTILES	9,67	6,8%	2,8	1,4%	10,18	3%	4,9	1%	4,03	1,59%	31,58	2,39%
ALGODÓN	0	0,0%	0,03	0,0%	0	0%	0,1	0%	0,66	0,26%	0,79	0,06%
FIBRAS SINTÉTICAS	0,01	0,0%	0,05	0,0%	0,46	0%	2,22	1%	0,2	0,08%	2,94	0,22%
RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	0,32	0,2%	1,13	0,6%	1,69	1%	2,6	1%	0,77	0,30%	6,51	0,49%
CUERO	1,28	0,9%	0	0,0%	0,16	0%	0,9	0%	0,6	0,24%	2,94	0,22%
GOMA	0,31	0,2%	0,86	0,4%	6,695	2%	0,46	0%	0,17	0,07%	8,495	0,64%
BATERÍAS	0	0,0%	0	0,0%	0	0%	0	0%	0	0,00%	0	0,00%
PILAS	0,02	0,0%	0,205	0,1%	0,13	0%	2,05	1%	0,03	0,01%	2,435	0,18%
MEDICAMENTOS CADUCOS	0,09	0,1%	0,3	0,1%	0,18	0%	0,8	0%	0,54	0,21%	1,91	0,14%
ENVASES DE PLAGUICIDAS	0	0,0%	0	0,0%	0	0%	0	0%	0	0,00%	0	0,00%
LUMINARIAS INCANDESCENTES Y LÁMPARAS DE DESCARGA	0,05	0,0%	0,04	0,0%	0,085	0%	0	0%	0,68	0,27%	0,855	0,06%
RESTOS DE PINTURA	0	0,0%	0	0,0%	0	0%	0,02	0%	0,16	0,06%	0,18	0,01%
OTROS R. PELIGROSOS (MAT.HOSP. CONTAMINADO)	0,02	0,0%	0,02	0,0%	0	0%	0,11	0%	0,18	0,07%	0,33	0,02%
PAPEL SANITARIOS	4,6	3,2%	9,9	4,9%	15,42	5%	17,26	4%	15,88	6,28%	63,06	4,76%
PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANIT.	2,54	1,8%	7,97	3,9%	25,08	8%	14,9	4%	15,49	6,13%	65,98	4,98%
HECES FECALES	3,71	2,6%	0,96	0,5%	1,98	1%	4,33	1%	0,79	0,31%	11,77	0,89%
MADERA TRATADA	0,11	0,1%	0,7	0,3%	6,33	2%	0,59	0%	0,04	0,02%	7,77	0,59%
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS	0,53	0,4%	0	0,0%	0	0%	0,08	0%	0,19	0,08%	0,8	0,06%
RESIDUOS VOLUMINOSOS	0	0,0%	0	0,0%	0	0%	0	0%	0	0,00%	0	0,00%
LOZA Y CERÁMICA	0	0,0%	1,02	0,5%	1,57	0%	0,54	0%	1,95	0,77%	5,08	0,38%
RESIDUOS FINOS	1,53	1,1%	2,645	1,3%	1,4	0%	1,53	0%	1,2	0,47%	8,305	0,63%
OTROS (MATERIALES CONTAMINADOS)	1,27	0,9%	0,25	0,1%	2,54	1%	2,25	1%	1,48	0,59%	7,79	0,59%
PLASTOFORM	0,26	0,2%	0,07	0,0%	0,13	0%	0,16	0%	0,13	0,05%	0,75	0,06%
	142,21		203,055		332,3		393,27	1	252,77	1	1323,605	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Comparando la composición física por estrato socioeconómico, agregando los residuos por tipo tenemos el siguiente detalle.

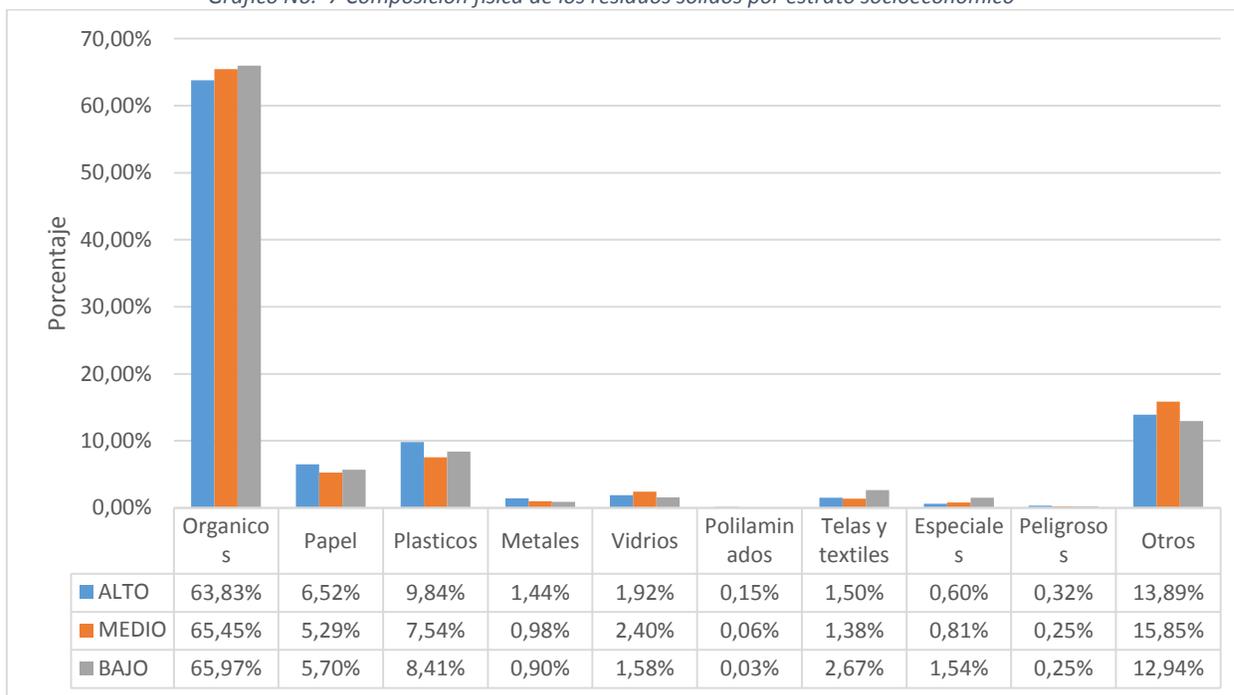
Tabla No. 75 Porcentaje de tipos de residuos por estrato socioeconómico

TIPO DE RESIDUOS	ALTO	MEDIO	BAJO
ORGÁNICOS	63,83%	65,45%	65,97%
PAPEL	6,52%	5,29%	5,70%
PLÁSTICOS	9,84%	7,54%	8,41%
METALES	1,44%	0,98%	0,90%
VIDRIOS	1,92%	2,40%	1,58%
POLI LAMINADOS	0,15%	0,06%	0,03%
TELAS Y TEXTILES	1,50%	1,38%	2,67%
ESPECIALES	0,60%	0,81%	1,54%
PELIGROSOS	0,32%	0,25%	0,25%
OTROS	13,89%	15,85%	12,94%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

Comparando la composición física por estrato socioeconómicos vemos un mayor porcentaje de orgánicos en el estrato bajo, así mismo vemos un porcentaje mayor de plásticos y papel en el estrato alto.

Gráfico No. 7 Composición física de los residuos sólidos por estrato socioeconómico



3.1.5.2. Composición física de residuos domiciliarios ponderado

El valor ponderado de composición para los porcentajes por categoría sale de ponderar los datos de estrato con el porcentaje de población por cada uno de ellos, la composición física general para la ciudad de La Paz cuenta con el siguiente detalle.

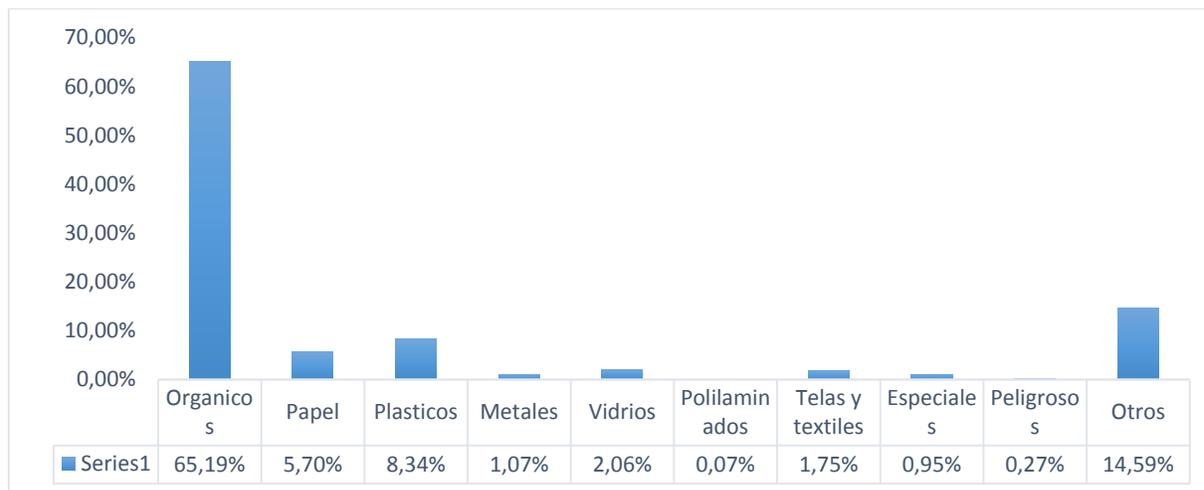
GRUPO	CLASIFICACION	27,9%	44,7%	27,4%	PESO CONSOLIDADO Kg	%	% AGRUPADO
		ALTO kg	MEDIO kg	BAJO kg			
1.1. RESIDUOS ORGÁNICOS	RESTOS DE FRUTAS, VERDURAS Y SIMILARES	551,94	705,15	661,09	650,38	47,74%	65,19%
	RESTOS DE COMIDA	194,58	225,08	184,76	205,52	15,09%	
	HUESOS	2,3	14,59	6,71	9,00	0,66%	
	MADERA NO TRATADA	0,535	0,81	0,66	0,69	0,05%	
	RESTOS DE PODAS	17,00	27,49	20,02	22,52	1,65%	
1.2.1. PAPEL	PAPEL BLANCO	11,01	5,94	11,5	8,88	0,65%	5,70%
	PAPEL DE COLOR	4,86	3,52	3,525	3,89	0,29%	
	PERIÓDICO	5,85	6,03	5,27	5,77	0,42%	
	CARTÓN	32,46	31,92	33,14	32,41	2,38%	
	REVISTAS	3,01	5,3	1,77	3,69	0,27%	
	OTROS (PAPEL CONTAMINADO)	21,15	25,87	20,24	23,01	1,69%	
1.2.2. PLÁSTICO	PLÁSTICO 1, TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)	25,41	26,1	22,42	24,90	1,83%	8,34%
	PLÁSTICO 2, POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	8,9	8,07	8,74	8,49	0,62%	
	PLÁSTICO 3, CLORURO DE POLIVINILO (PVC)	1,53	0,34	1,06	0,87	0,06%	

GRUPO	CLASIFICACION	27,9%	44,7%	27,4%	PESO CONSO LIDAD O Kg	%	% AGRUP ADO
		ALTO kg	MEDIO kg	BAJO kg			
	PLÁSTICO 4, POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)	11,87	14,33	12,57	13,16	0,97%	
	PLÁSTICO 5, POLIPROPILENO (PP)	8,01	9,41	8,33	8,72	0,64%	
	PLÁSTICO 6, POLIESTIRENO (PS)	5,16	6,29	4,95	5,61	0,41%	
	PLÁSTICO 7, (ABS)	35,27	17,51	24,02	24,24	1,78%	
	BOLSAS TIPO PELÍCULA	15,531	20,23	20,27	18,93	1,39%	
	OTROS (FIBRA CONTAMINADA, ENVOLTURA DE DULCES)	6,5	9,83	9	8,67	0,64%	
1.2.3. METALES	LATAS DE ALUMINIO	3,45	3,22	2,13	2,98	0,22%	1,07%
	LATAS DE PINTURA	0,38	0,5	1,1	0,63	0,05%	
	METALES NO FERROSOS (HOJALATA)	8,83	8,08	6,46	7,84	0,58%	
	METALES FERROSOS	4,58	2,78	2,28	3,14	0,23%	
1.2.4. VIDRIOS	VIDRIO TRANSPARENTE	12,53	18,6	12,76	15,31	1,12%	2,06%
	VDRIO AMBAR	3,66	3,4	1,41	2,93	0,21%	
	VIDRIO VERDE	3,582	4,85	4,26	4,33	0,32%	
	VIDRIO PLANO	0,37	2,16	1,78	1,56	0,11%	
	VIDRIO MARRÓN	2,87	6,73	0,72	4,01	0,29%	
1.2.5. POLILAMINADOS	ENVASES DE TETRAPARK Y TETRABRIC	1,75	0,85	0,39	0,97	0,07%	0,07%
1.2.6. TELAS Y TEXTILES	TELAS Y TEXTILES	16,12	19,17	31,58	21,73	1,59%	1,75%
	ALGODÓN	0,03	0,16	0,79	0,30	0,02%	
	FIBRAS SINTÉTICAS	1,89	1,16	2,94	1,85	0,14%	
1.3 RESIDUOS ESPECIAL S	RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	2,35	6,36	6,51	5,28	0,39%	0,95%
	CUERO	0,31	1,33	2,94	1,49	0,11%	
	GOMA	1,62	3,82	8,495	4,49	0,33%	
	BATERÍAS	0,02	0,11	0	0,05	0,00%	
	PILAS	2,85	0,42	2,435	1,65	0,12%	
1.4. PELIGROS OS DOMICILI ARIOS	MEDICAMENTOS CADUCOS	3,54	2,16	1,91	2,48	0,18%	0,27%
	ENVASES DE PLAGUICIDAS	0,02	0,07	0	0,04	0,00%	
	LUMINARIAS INCANDESCENTES Y LÁMPARAS DE DESCARGA	0,1	0,51	0,855	0,49	0,04%	
	RESTOS DE PINTURA	0	0,02	0,18	0,06	0,00%	
	OTROS R. PELIGROSOS (MAT.HOSP. CONTAMINADO)	0,15	0,95	0,33	0,56	0,04%	
1.5. OTROS	PAPEL SANITARIOS	72,03	88,98	63,06	77,14	5,66%	14,59%
	PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANIT.	58,76	106,02	65,98	81,87	6,01%	
	HECES FECALES	10,73	14,37	11,77	12,64	0,93%	
	MADERA TRATADA	1,825	3,3	7,77	4,12	0,30%	
	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS	3,57	3,5	0,8	2,78	0,20%	
	RESIDUOS VOLUMINOSOS	0	0,16	0	0,07	0,01%	
	LOZA Y CERÁMICA	5,87	4,97	5,08	5,25	0,39%	
	RESIDUOS FINOS	4,947	4,74	8,305	5,78	0,42%	
	OTROS (MATERIALES CONTAMINADOS)	8,76	8,72	7,79	8,48	0,62%	
	PLASTOFORM	0,34	0,86	0,75	0,68	0,05%	
TOTAL (kg)		1200,71	1486,8	1323,6	1362,3	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

El 65.19 % de los residuos es orgánico, el 8.34% son plásticos, el 5.70% son papel, 14,52 otros y los demás tipos de residuos

Gráfico No. 8 Composición General de subproductos en la ciudad de La Paz



Fuente: Elaboración propia

3.1.5.3. Identificación de potencial aprovechable residuos domiciliarios

El potencial aprovechable de los residuos de fuente domiciliarias de la ciudad de La Paz tiene el 49.39 % orgánico compostable, el 11,16 % reciclables, 38,23 % no aprovechable, 0,95 % especiales y 0.27 % peligrosos.

Tabla No. 76 Detalle de subproductos por potencial aprovechable

CLASIFICACION	PESO CONSOLIDADO KG	%	TIPO
RESTOS DE FRUTAS, VERDURAS Y SIMILARES	650,38	47,74%	ORGANICO APROVECHABLE
RESTOS DE COMIDA	205,52	15,09%	NO APROVECHABLE
HUESOS	9,00	0,66%	NO APROVECHABLE
MADERA NO TRATADA	0,69	0,05%	NO APROVECHABLE
RESTOS DE PODAS	22,52	1,65%	ORGANICO APROVECHABLE
PAPEL BLANCO	8,88	0,65%	RECICLABLES
PAPEL DE COLOR	3,89	0,29%	RECICLABLES
PERIÓDICO	5,77	0,42%	RECICLABLES
CARTÓN	32,41	2,38%	RECICLABLES
REVISTAS	3,69	0,27%	RECICLABLES
OTROS (PAPEL CONTAMINADO)	23,01	1,69%	NO APROVECHABLE
PLÁSTICO 1, TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)	24,90	1,83%	RECICLABLES
PLÁSTICO 2, POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	8,49	0,62%	RECICLABLES
PLÁSTICO 3, CLORURO DE POLIVINILO (PVC)	0,87	0,06%	NO APROVECHABLE
PLÁSTICO 4, POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)	13,16	0,97%	RECICLABLES
PLÁSTICO 5, POLIPROPILENO (PP)	8,72	0,64%	RECICLABLES

CLASIFICACION	PESO CONSOLIDADO KG	%	TIPO
PLÁSTICO 6, POLIESTIRENO (PS)	5,61	0,41%	NO APROVECHABLE
PLÁSTICO 7, (ABS)	24,24	1,78%	NO APROVECHABLE
BOLSAS TIPO PELÍCULA	18,93	1,39%	NO APROVECHABLE
OTROS (FIBRA CONTAMINADA, ENVOLTURA DE DULCES)	8,67	0,64%	NO APROVECHABLE
LATAS DE ALUMINIO	2,98	0,22%	RECICLABLES
LATAS DE PINTURA	0,63	0,05%	NO APROVECHABLE
METALES NO FERROSOS (HOJALATA)	7,84	0,58%	RECICLABLES
METALES FERROSOS	3,14	0,23%	RECICLABLES
VIDRIO TRANSPARENTE	15,31	1,12%	RECICLABLES
VIDRIO AMBAR	2,93	0,21%	RECICLABLES
VIDRIO VERDE	4,33	0,32%	RECICLABLES
VIDRIO PLANO	1,56	0,11%	RECICLABLES
VIDRIO MARRÓN	4,01	0,29%	RECICLABLES
ENVASES DE TETRAPARK Y TETRABRIC	0,97	0,07%	NO APROVECHABLE
TELAS Y TEXTILES	21,73	1,59%	NO APROVECHABLE
ALGODÓN	0,30	0,02%	NO APROVECHABLE
FIBRAS SINTÉTICAS	1,85	0,14%	NO APROVECHABLE
RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	5,28	0,39%	ESPECIALES
CUERO	1,49	0,11%	ESPECIALES
GOMA	4,49	0,33%	ESPECIALES
BATERÍAS	0,05	0,00%	ESPECIALES
PILAS	1,65	0,12%	ESPECIALES
MEDICAMENTOS CADUCOS	2,48	0,18%	PELIGROSOS
ENVASES DE PLAGUICIDAS	0,04	0,00%	PELIGROSOS
LUMINARIAS INCANDESCENTES Y LÁMPARAS DE DESCARGA	0,49	0,04%	PELIGROSOS
RESTOS DE PINTURA	0,06	0,00%	PELIGROSOS
OTROS R. PELIGROSOS (MAT.HOSP. CONTAMINADO)	0,56	0,04%	PELIGROSOS
PAPEL SANITARIOS	77,14	5,66%	NO APROVECHABLE
PAÑALES DESECHABLES Y TOALLAS SANIT.	81,87	6,01%	NO APROVECHABLE
HECES FECALES	12,64	0,93%	NO APROVECHABLE
MADERA TRATADA	4,12	0,30%	NO APROVECHABLE
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS	2,78	0,20%	NO APROVECHABLE
RESIDUOS VOLUMINOSOS	0,07	0,01%	NO APROVECHABLE
LOZA Y CERÁMICA	5,25	0,39%	NO APROVECHABLE
RESIDUOS FINOS	5,78	0,42%	NO APROVECHABLE
OTROS (MATERIALES CONTAMINADOS)	8,48	0,62%	NO APROVECHABLE
PLASTOFORM	0,68	0,05%	NO APROVECHABLE
	1362,3	100,0%	

Fuente: Elaboración Propia

Analizando la tabla anterior, en función a la cadena productiva de los residuos sólidos de la ciudad de La Paz, se define si un subproducto es aprovechable (orgánico aprovechable, reciclable) o no aprovechable, con el siguiente cuadro resumen.

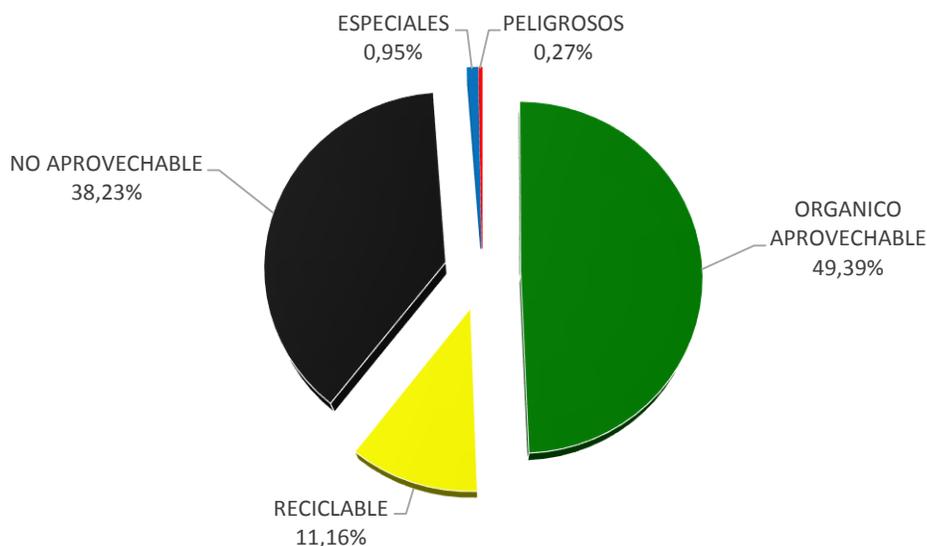
Tabla No. 77 Resumen de Potencial Aprovechable de fuente domiciliaria

ORGANICO APROVECHABLE	49,39%
RECICLABLE	11,16%

NO APROVECHABLE	38,23%
ESPECIALES	0,95%
PELIGROSOS	0,27%
TOTAL	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico No. 9 Potencial Aprovechable de residuos sólidos domiciliarios, La Paz



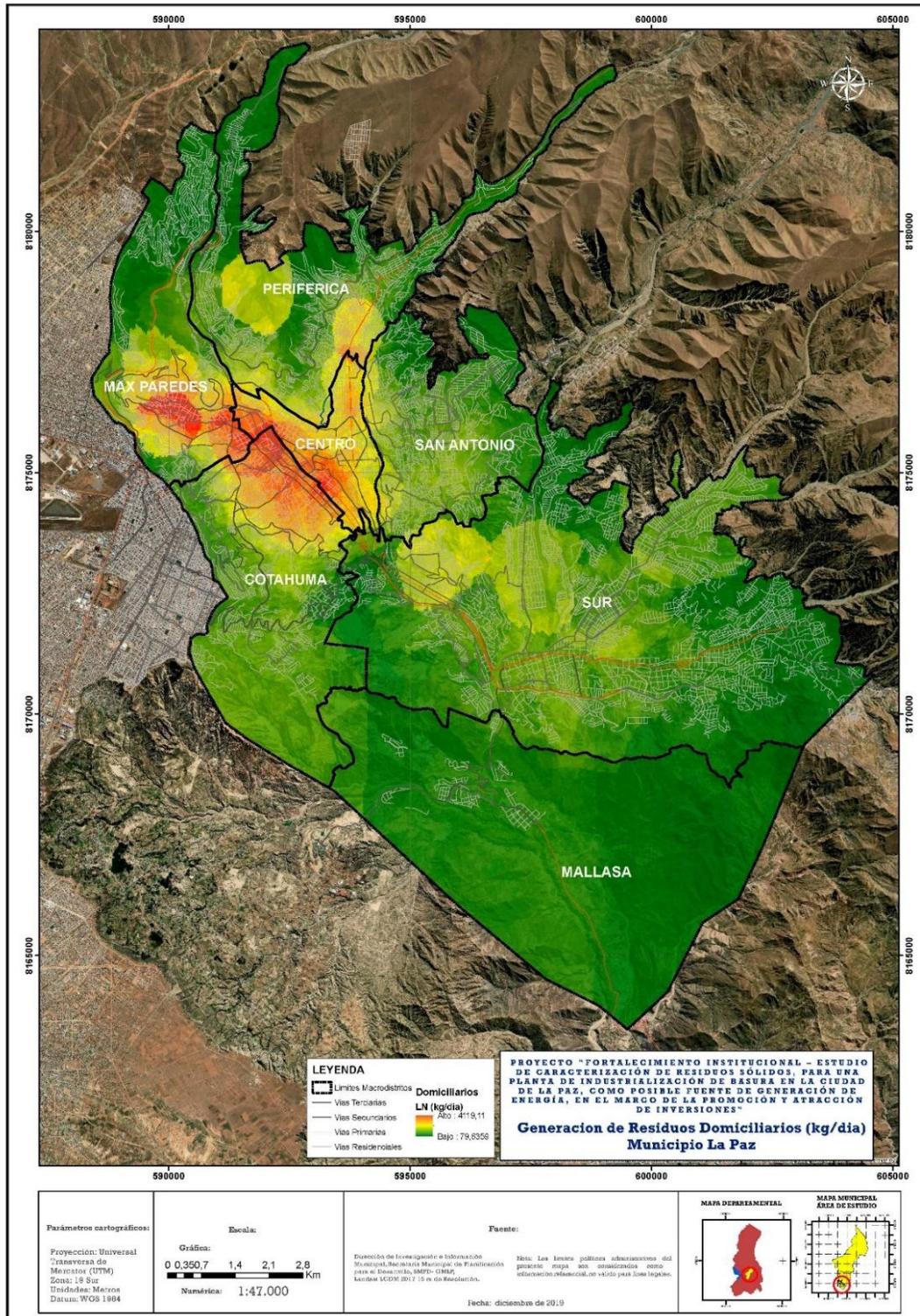
Fuente: Elaboración propia

El detalle de la fracción no aprovechable se puede ver en la tabla No. 77, donde esta contemplado el papel sanitario, pañales desechables, heces fecales, material de construcción y escombros, residuos voluminosos entre otros, la fracción reciclable considera papel, cartón, vidrio y los tipos de plásticos que se conoce son acopiados para el reciclaje de manera local, los orgánicos aprovechables contemplan los restos de frutas y verduras y los restos de jardinería.

3.1.6. Análisis espacial de la generación de residuos sólidos de fuente domiciliaria

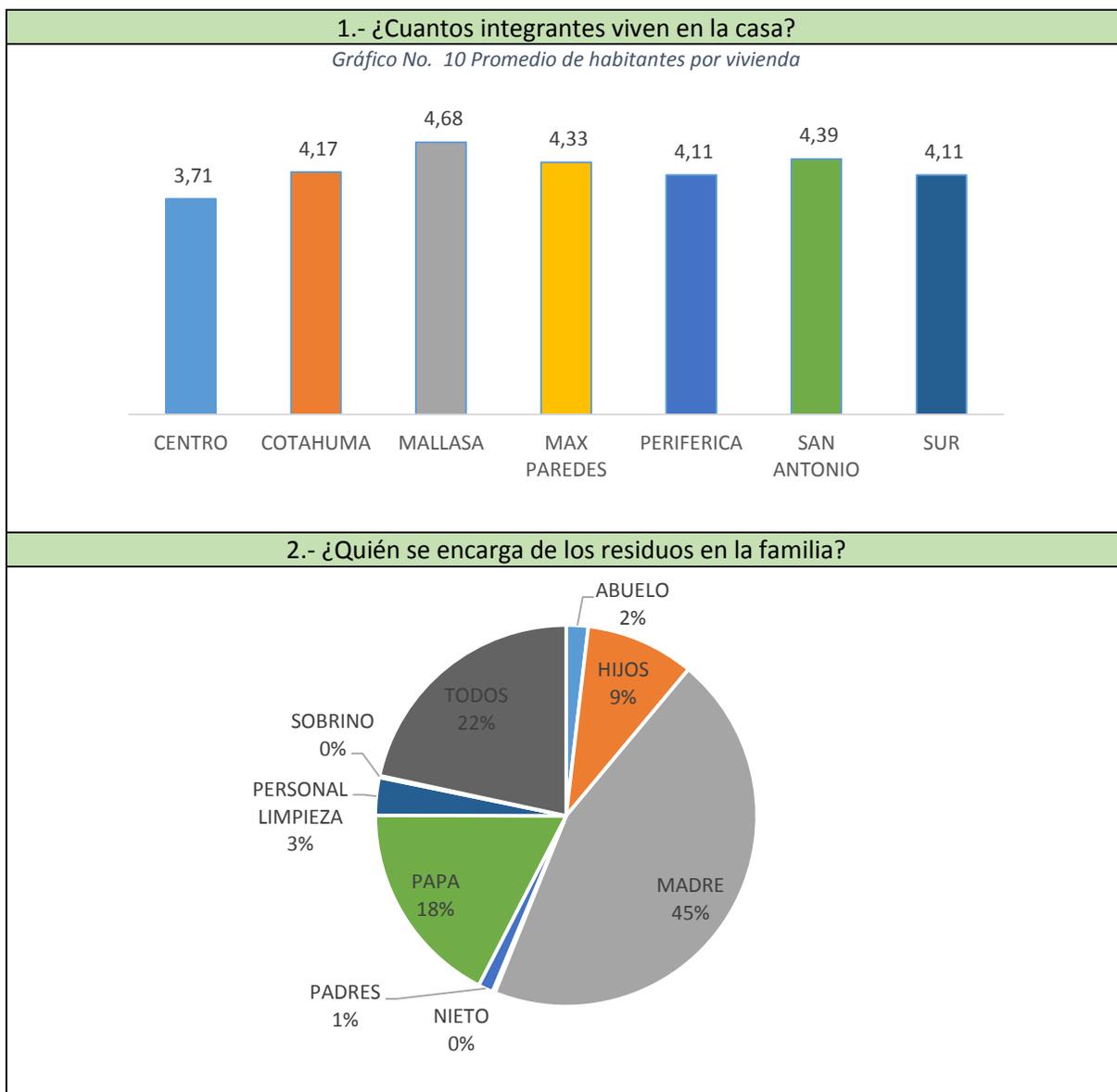
El siguiente mapa representa el comportamiento de la generación de residuos en la ciudad, considerando los datos de población proyectados y territorializados, con color rojo los puntos de mayor generación, amarillo generación media y verde generación baja en función a los valores de PPC obtenidos por estrato socioeconómico las áreas de mayor concentración poblacional y por consecuencia de mayor generación está en el macrodistrito de Cotahuma, se aprecian zonas rojas en Max Paredes, debido a la densidad población en los diferente manzanos y el macrodistrito Centro. Se aprecia claramente un área entre los macrodistritos mencionados de máxima generación en torno a la Av. 16 de Julio y Av. Mariscal Santa Cruz. También se aprecian zonas de generación elevada en Miraflores distrito municipal 2 y en el macrodistrito Periférica.

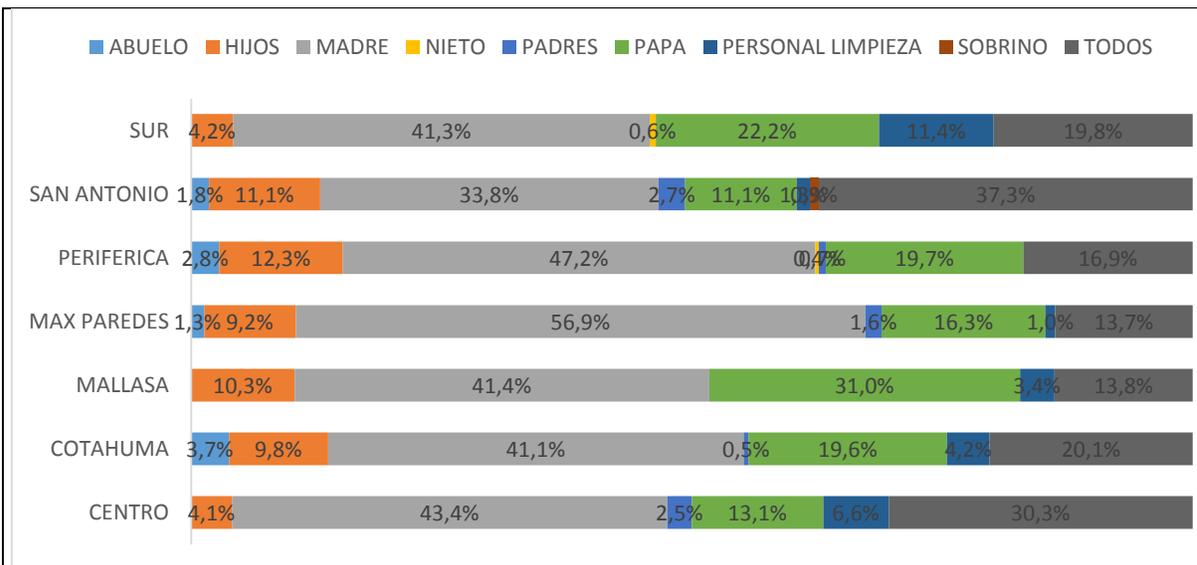
Mapa No. 10 Análisis espacial de la generación de fuente domiciliaria



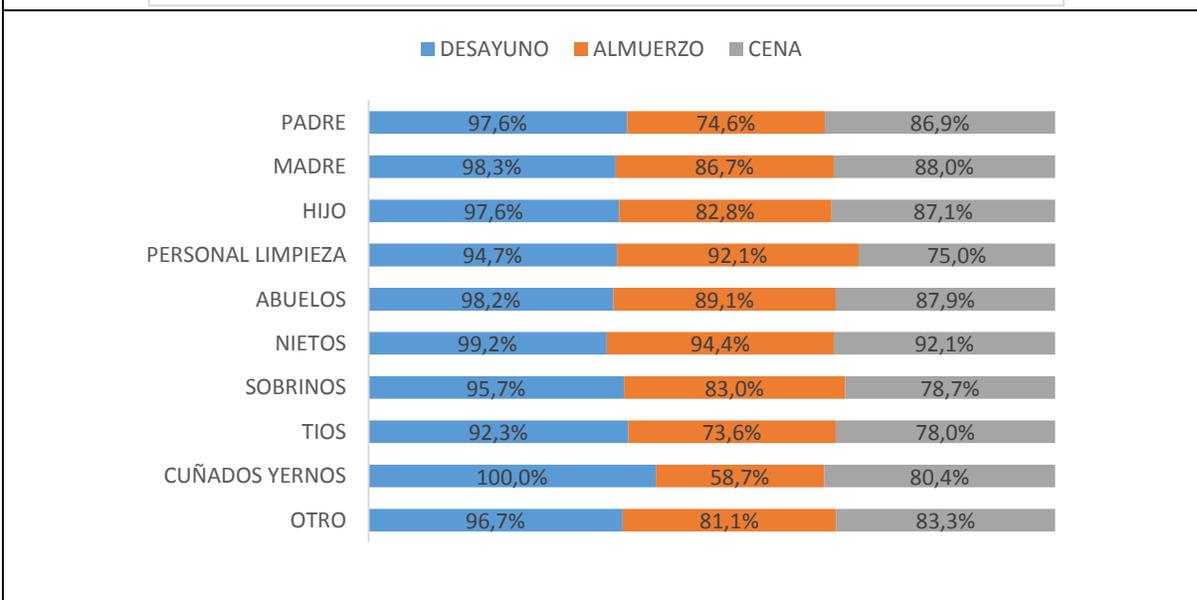
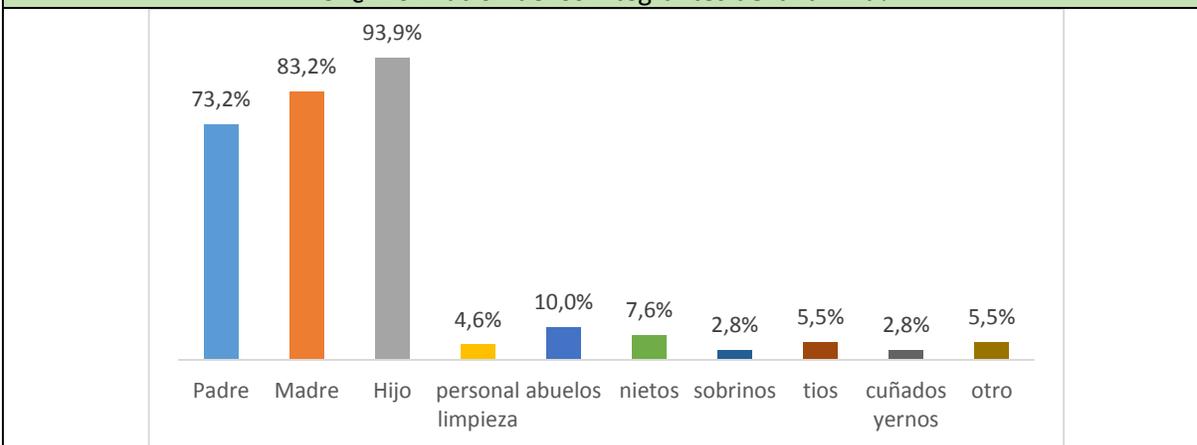
3.1.7. Resultados de aplicación de encuestas en fuentes domiciliarias

Tabla No. 78 Resultados de encuestas en fuentes domiciliarias

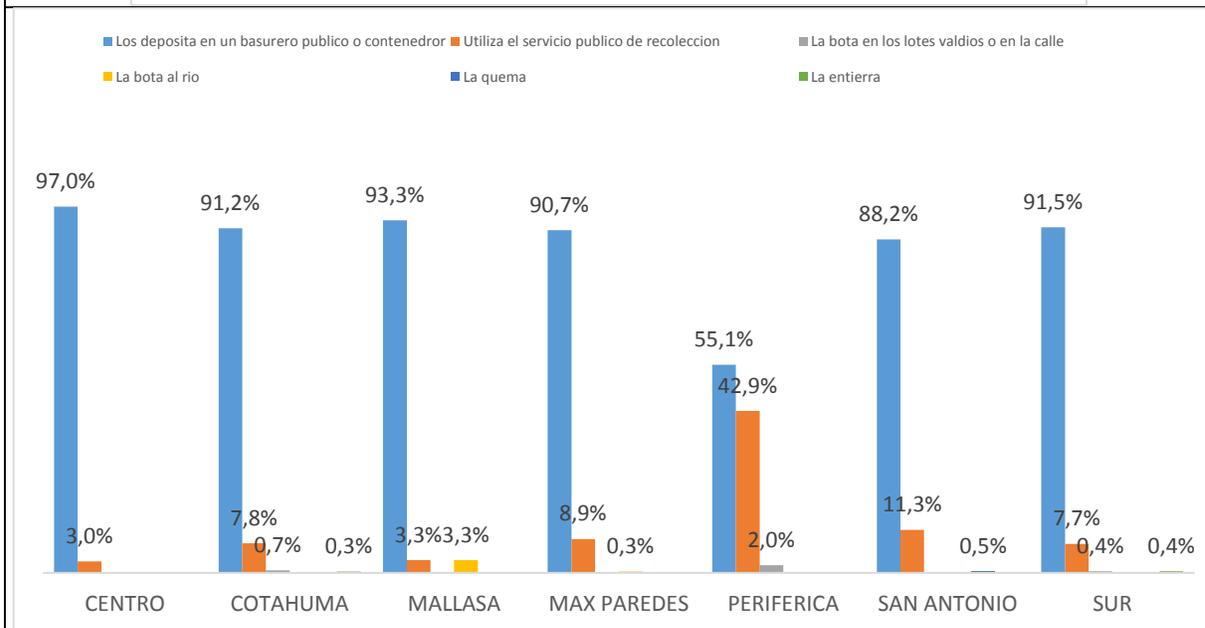
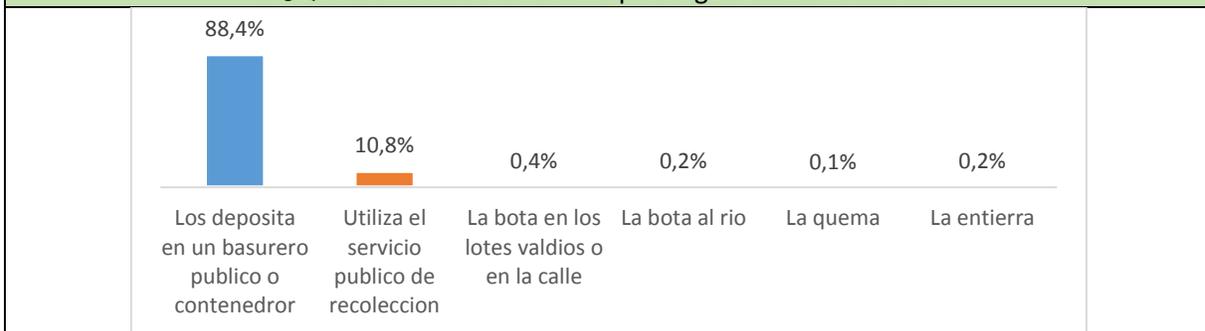




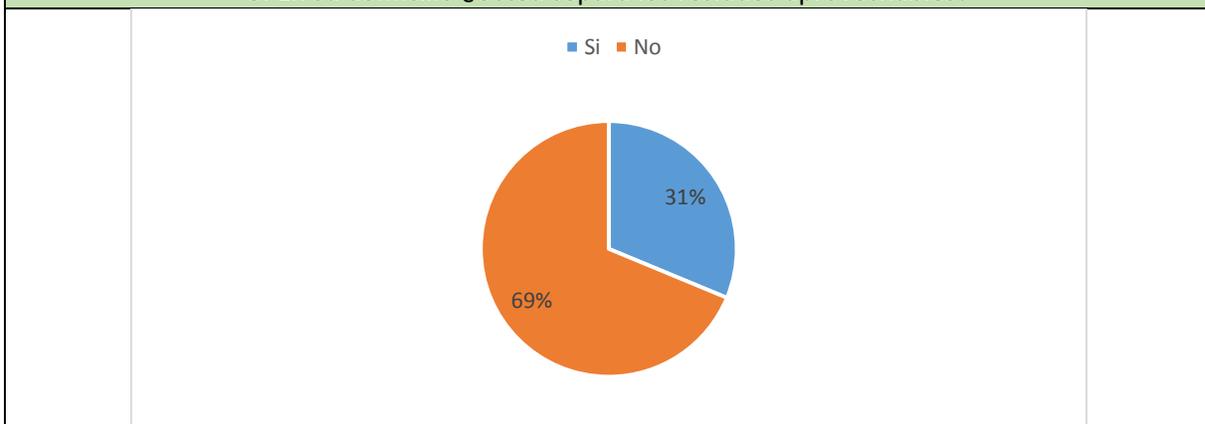
3. ¿Información de los integrantes de la familia?

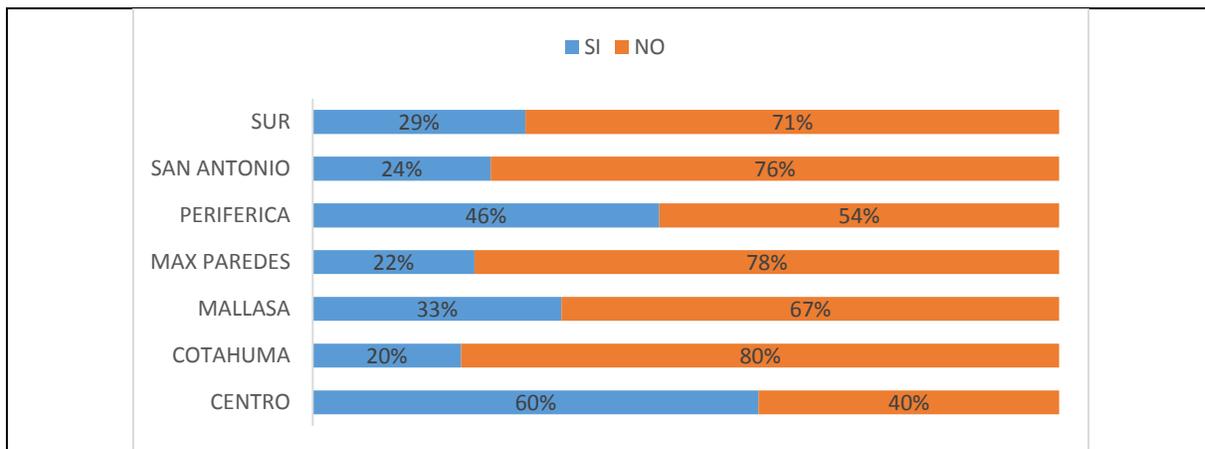


4. ¿Qué hace con los residuos que se genera en su vivienda?

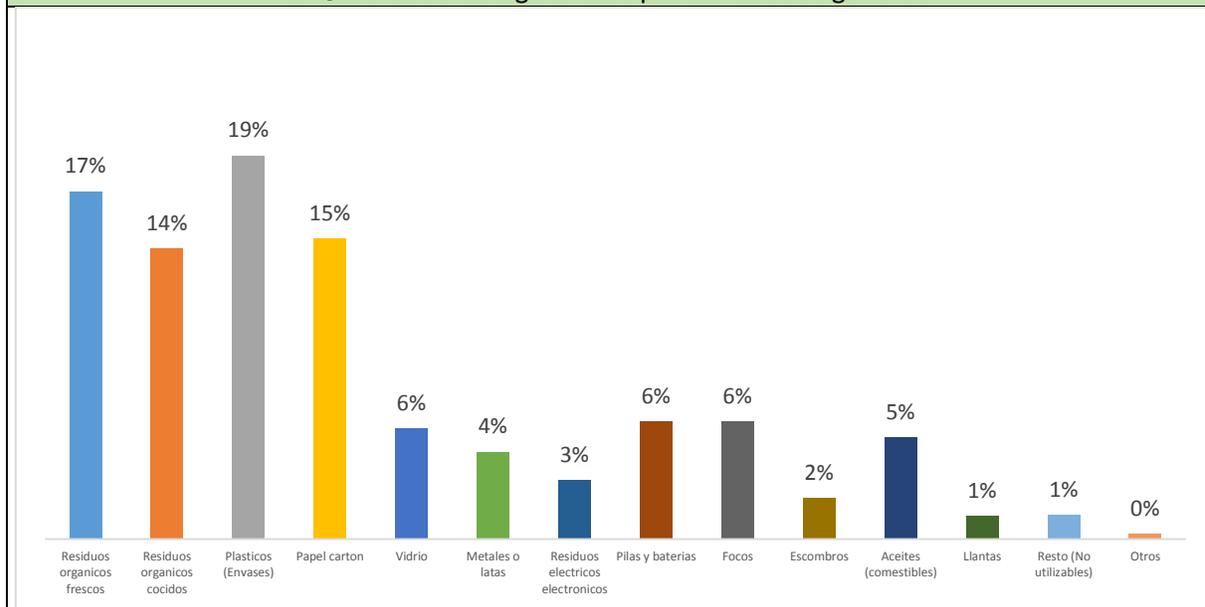


5. En su domicilio ¿Usted separa los residuos aprovechables?

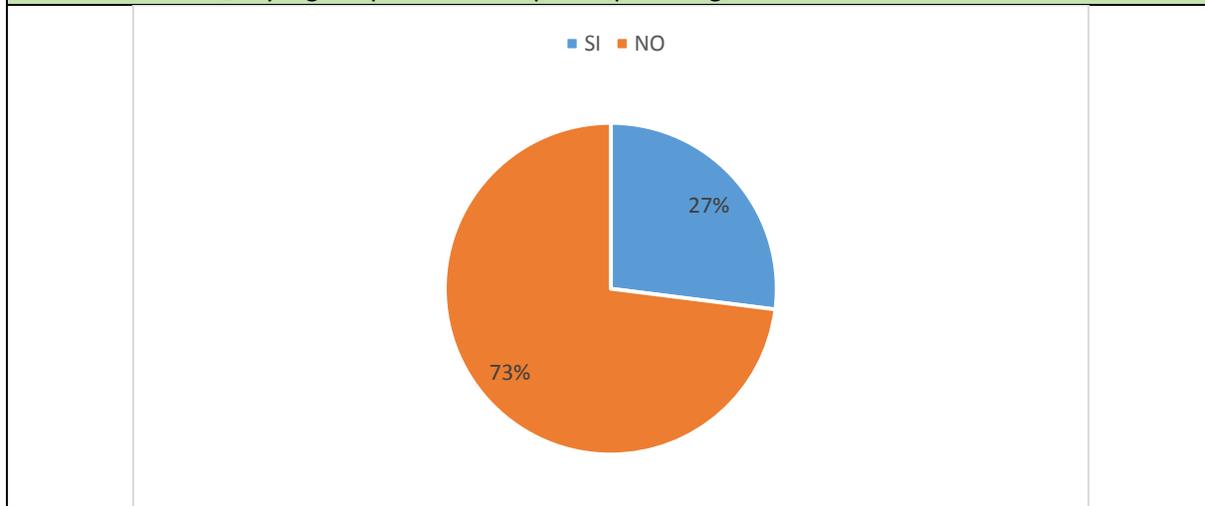




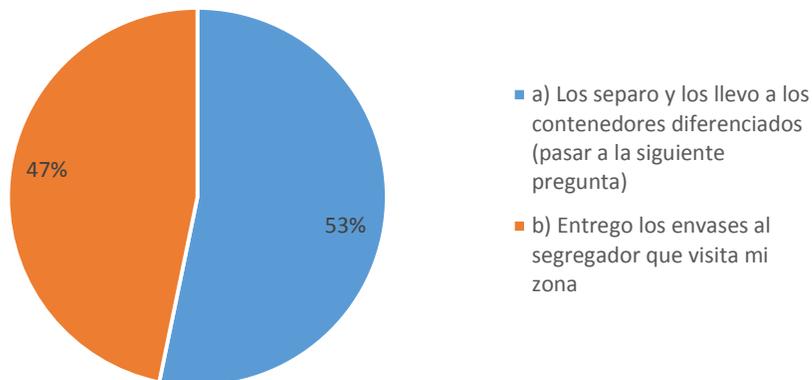
6. ¿Cuáles de los siguientes tipos de residuos genera ?



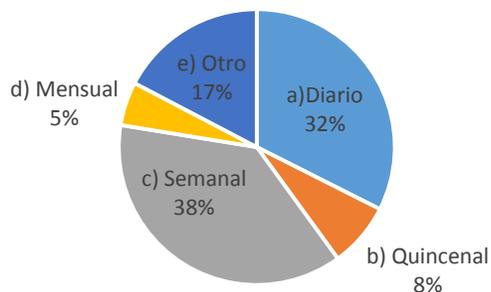
7.- ¿Hay alguna persona o empresa que recoge sus residuos reciclables ?



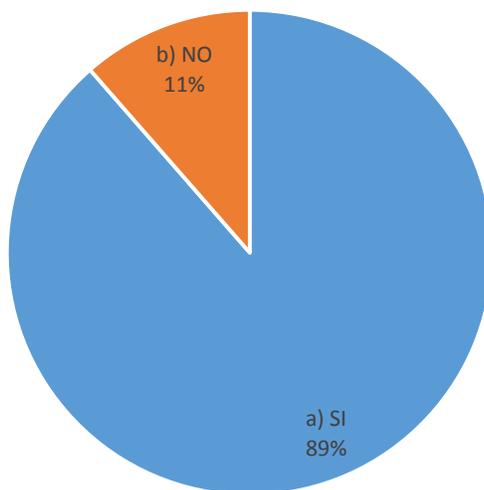
8.- ¿Que hace con sus residuos separados ?



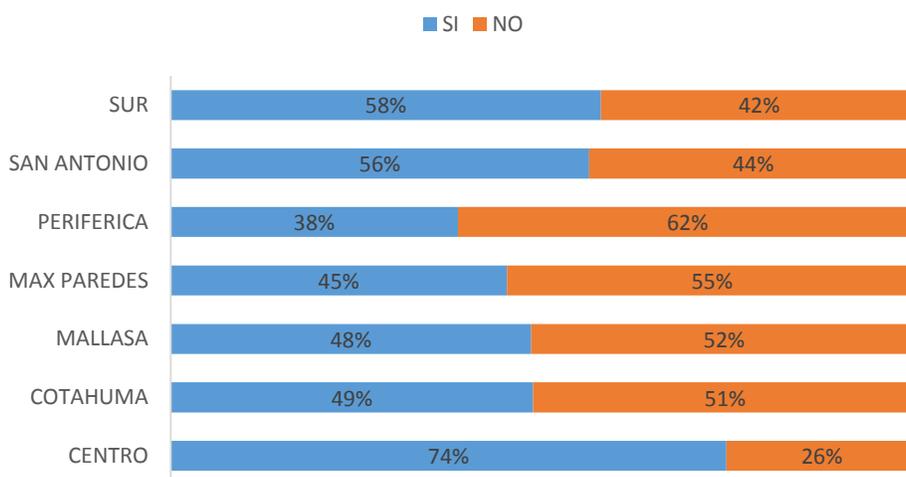
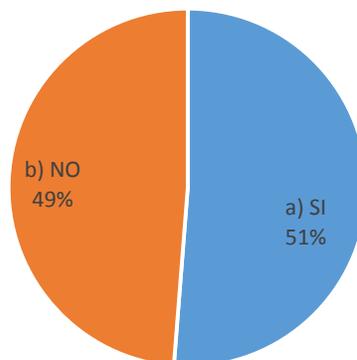
9.- ¿Con que frecuencia los traslada sus residuos al contenedor diferenciado?



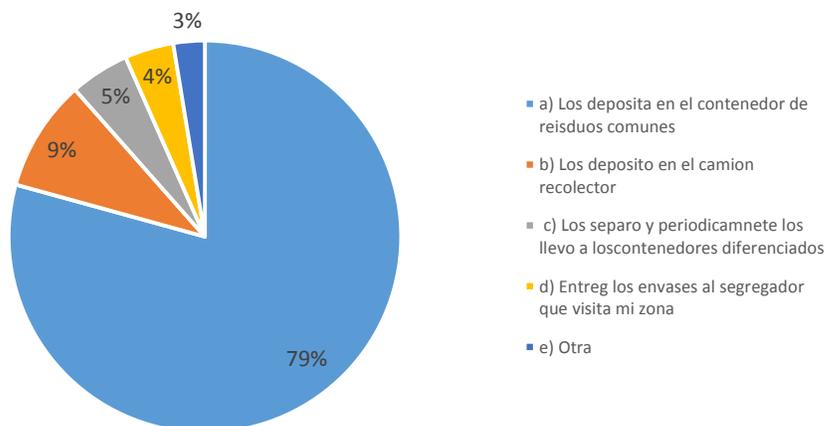
10.- Si tuviera un contenedor diferenciado en la plaza de su zona, ¿estaria dispuesto a llevar sus residuos reciclables hasta ese lugar?



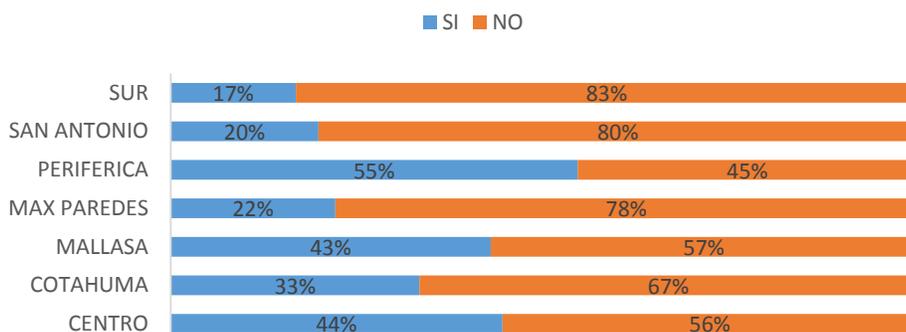
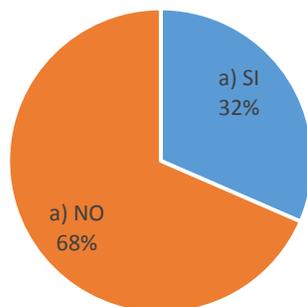
11. ¿Conoce las islas verdes y los contenedores diferenciados?



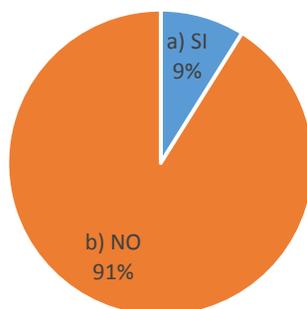
12. ¿Que hace con estos envases?

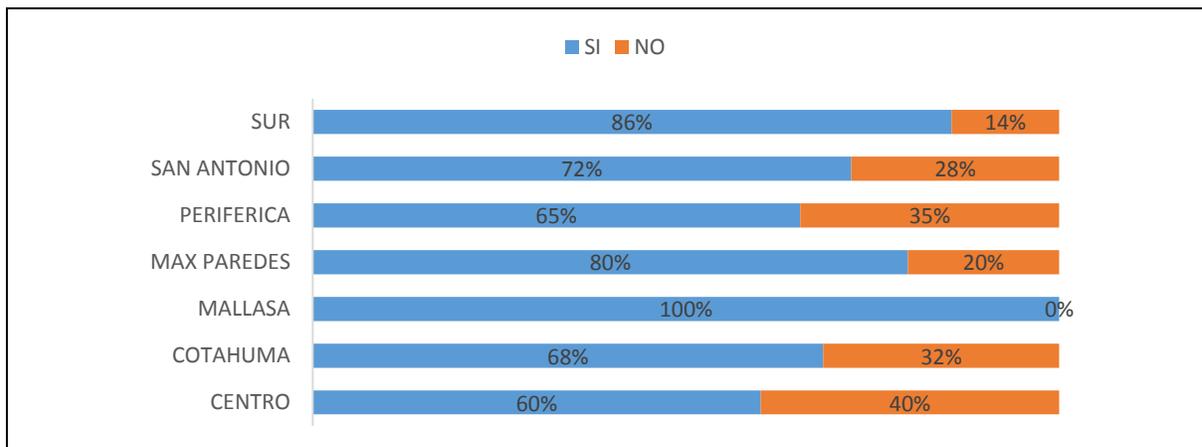


13. ¿Usted separa los restos alimenticios crudos (cascaras, verdura, fruta) de los restos de comida cocidos (restos de arroz carnes huesos)?

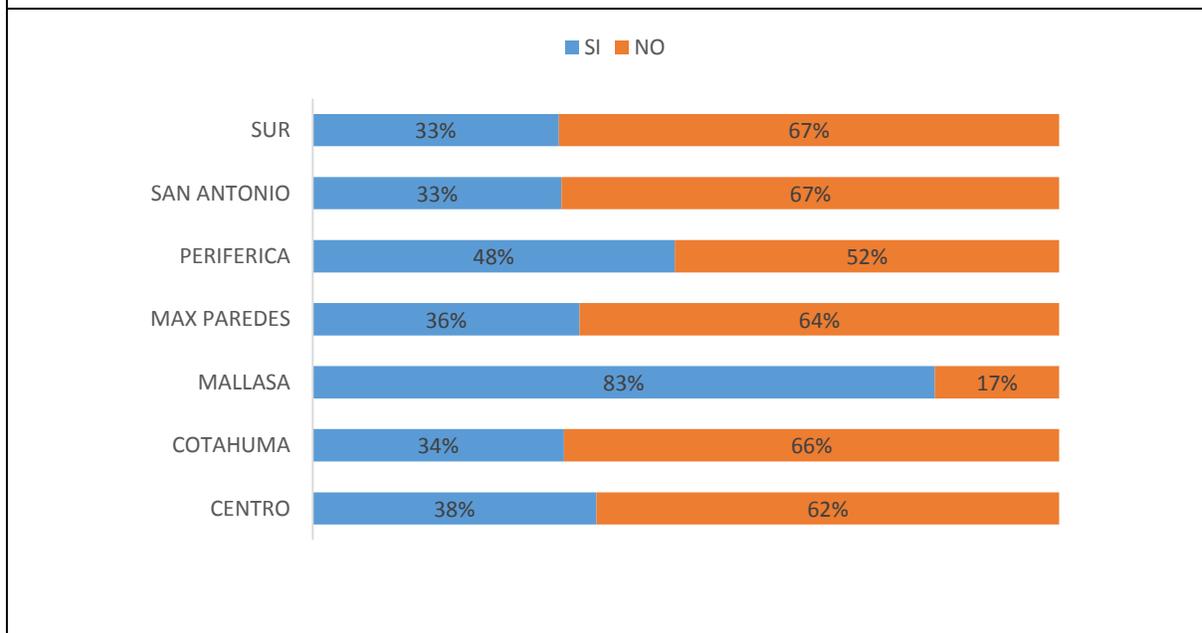
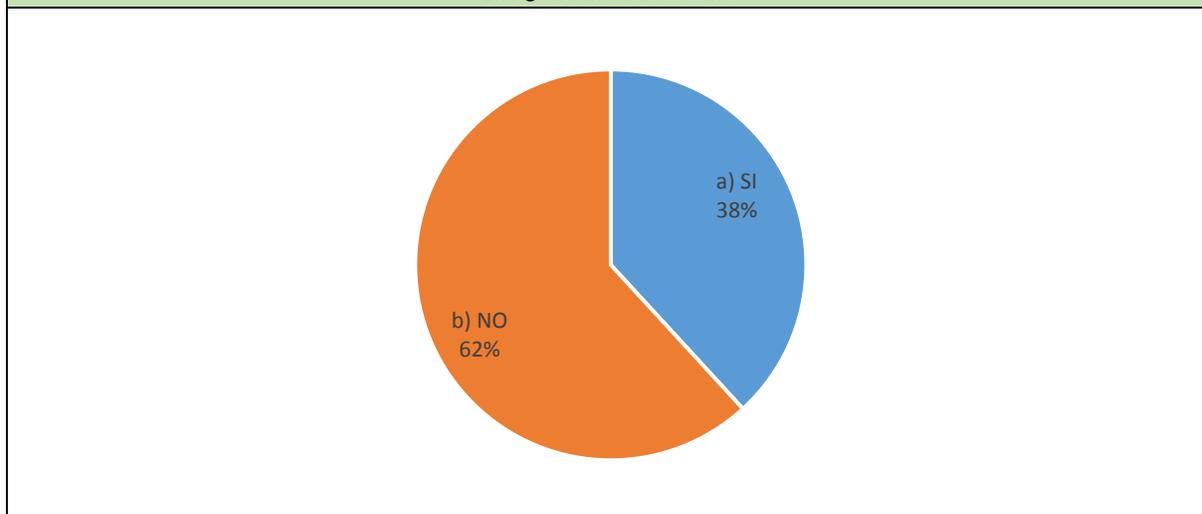


14. ¿Elabora compost con sus residuos organicos?

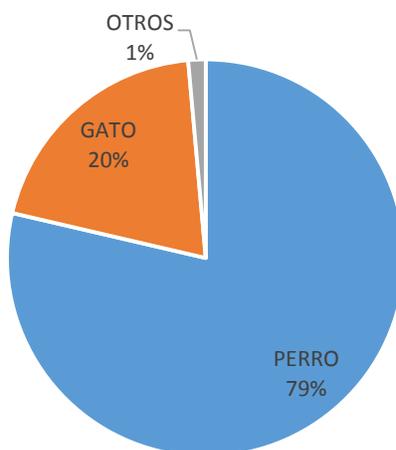




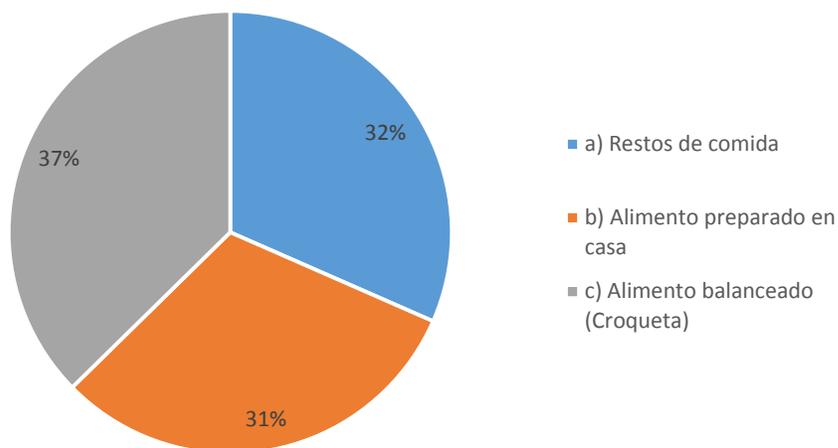
15. ¿Tiene Mascotas ?



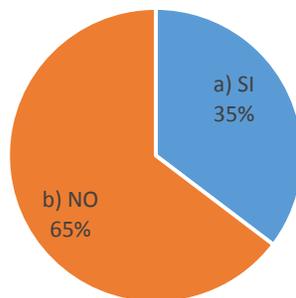
16. ¿Que tipo de Mascotas tiene?



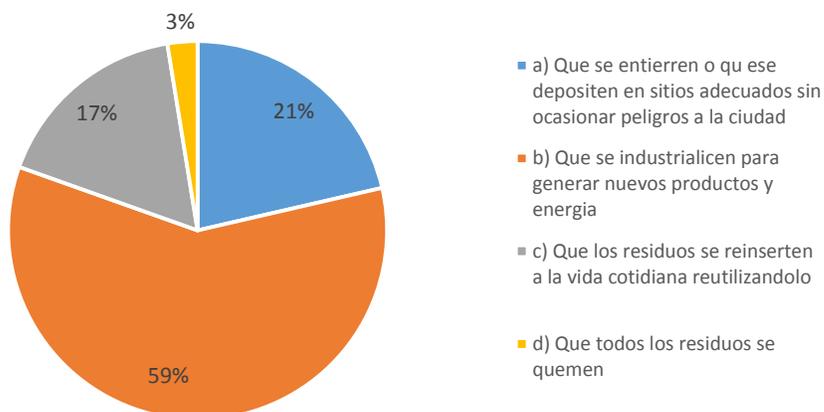
17. ¿Como alimenta a su(s) mascotas?



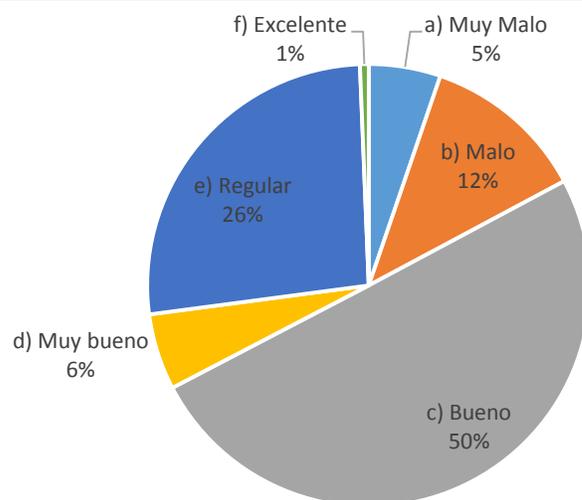
18. ¿Sabe que pasa con sus residuos despues de entregar a carro recolector o depositarlo en el contenedor?

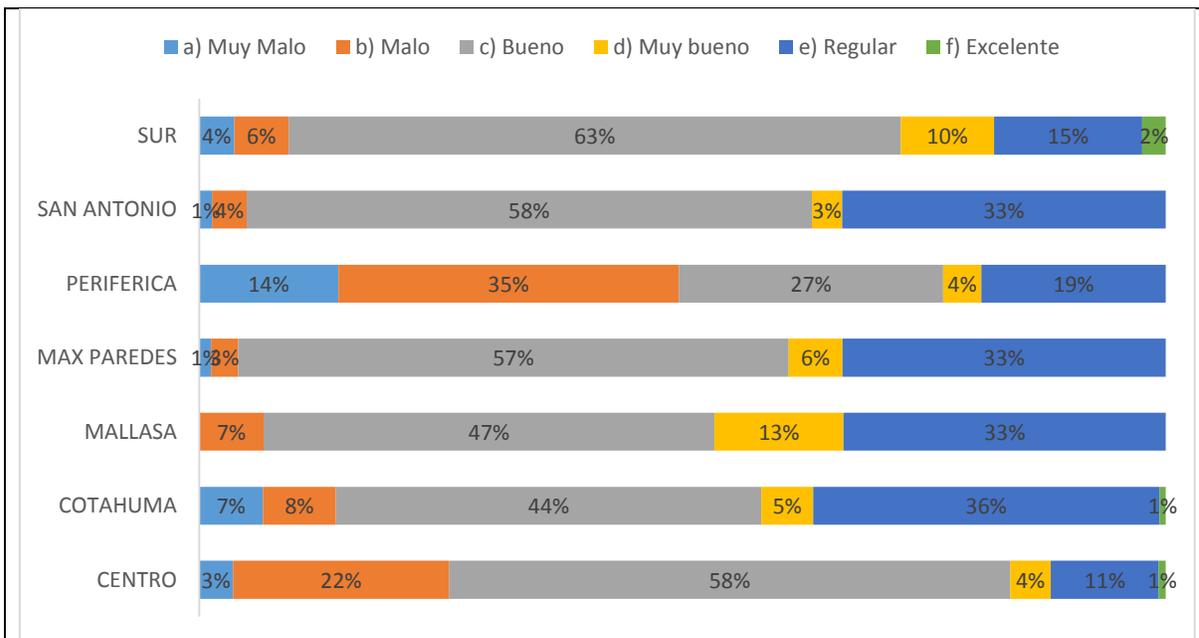


20. ¿Cómo quisiera que se gestione sus residuos solidos?

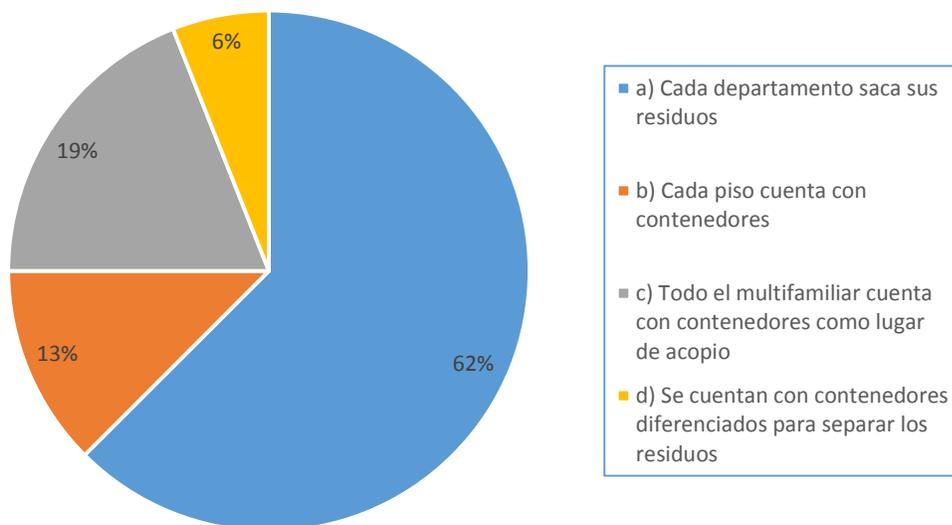


21. ¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en su zona?

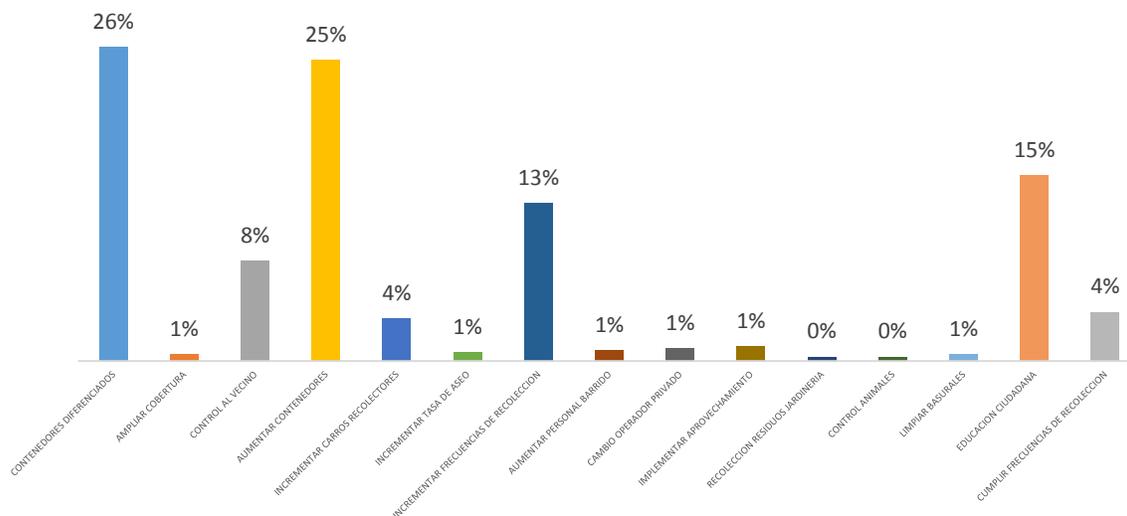




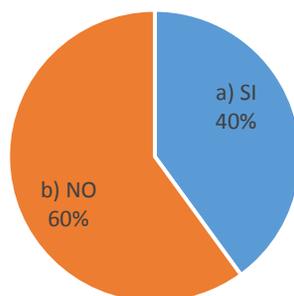
22. En el caso en que usted viva en un departamento ¿como esta organizado el servicio de almacenamiento de residuos en su edificio o multifamiliar (mas de 5)



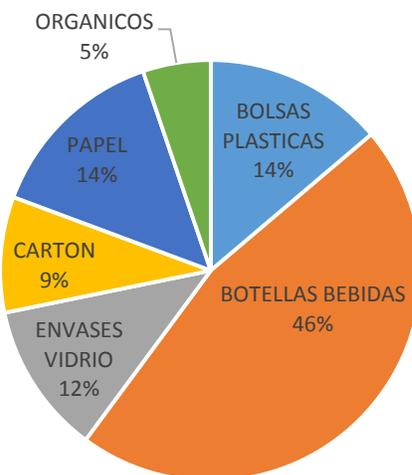
23. ¿Qué sugiere para mejorar el servicio de aseo urbano en su zona?



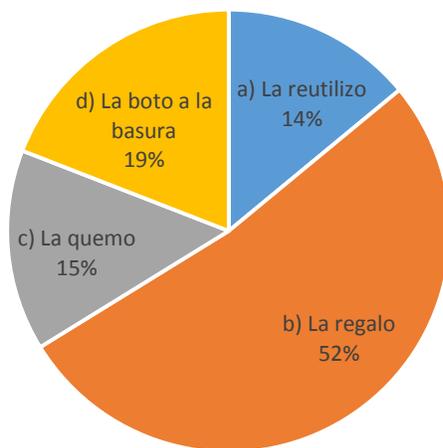
24. ¿Usted Reutiliza alguno de los residuos que genera?



25. ¿Qué tipo de residuos reutiliza?



26. ¿Qué hace con su ropa vieja?



Fuente: Elaboración propia con datos encuestas

Las encuestas aplicadas a fuentes domiciliarias conteneron 26 preguntas divididas en aspectos generales, separación de residuos, residuos orgánicos, disposición final de residuos, barrido recolección y transporte y reutilización de residuos. Se tiene los siguientes resultados.

1. Aspectos generales, la cantidad de integrantes promedio por vivienda oscila entre 3,71 a 4,68 personas por vivienda, en los domicilios las madres es la encargada del manejo de los residuos en un 45%, todos en la casa 22% el papá 18% y los hijos en un 9%, también está el personal de limpieza con un 3%. Si analizamos esto por macrodistritos se puede ver que en la zona Sur el personal de limpieza se encarga en un 11,4% en la zona Periférica no hay personal de limpieza, y si aparece nuevamente en la zona Central con 6,6%, Cotahuma 4,2%. la conformación de una familia es mayoritariamente por papá, mamá e hijos, también están los abuelos en menor porcentaje. Del núcleo familiar en el caso del padre, un 97% desayuna en casa, un 74,6% almuerza y un 86,9% cena, la madre y los hijos tienen mayor presencia en las casas. El personal de limpieza desayuna en un 94,7%, almuerza en un 92,1% y cena en un 75%. Los nietos comen en casa más del 90%.
2. Separación de residuos, el 88,4% de las viviendas pone los residuos en un contenedor público, el 10,8% lo hace directamente al servicio de recolección, si analizamos esto por madrodistrito vemos zona de Periférica que el 42,9% saca los residuos al servicio de recolección y solo el 55,1% a contenedores, también se Mallasa un 3.3% lo bota al rio y en Cotahuma algunas personas la queman 0,3%. El 31% de las viviendas separan algunos materiales aprovechables. En la zona Central está el mayor porcentaje con 60% y el menor en Cotahuma con el 20%. En los domicilios mayoritariamente se generan residuos orgánicos cocidos 14% y orgánicos frescos en un 17%, así mismo envases plásticos en un 19%, papel y cartón 15% y así otro tipo de materiales como vidrio, metales, papel y baterías, focos, aceites comestibles, etc. Un 27% de las viviendas tiene contacto con alguna persona o empresa que recoge residuos reciclables. Del 31% de personas que separan sus residuos el 53% lo lleva a contenedores diferenciados y el 47% lo entrega a algún segregador. El 38% lleva sus residuos separado una vez por semana al

contenedor diferenciado, el 32% de manera diaria y el 8% de manera quincenal. El 89% de las viviendas estaría dispuesta a llevar sus residuos separado a contenedores más cercanos. El 51% de las viviendas conocen las islas verdes o contenedores diferenciados. Si lo analizamos por macrodistrito, la zona Central los conoce en un 74% y donde menos los conocen es en la zona Periférica con 38%. El 79% de las viviendas pone sus envases en los contenedores, el 9% los pone al camión recolector y 5% los entrega a los segregadores de la zona.

3. Residuos orgánicos, el 32% de las viviendas separa sus residuos orgánicos, por zona en el área de Periférica el mayor porcentaje con 55% y el menor en la zona Sur con 17%. El 9% de las viviendas elaboran compost con sus residuos orgánicos. En la zona Central y Periférica son los mayores porcentaje y malla nadie gestión los orgánicos, el 38% de las viviendas tiene mascotas, la zona de Mallasa con mayor porcentaje, luego Periférica. De los que tienen mascotas el 79% son perros, el 20% gatos y el 1% otros entre los que tienen conejos, hámster, gallinas. La alimentación el 37% usa alimento balanceado, el 32% restos de comida y el 31% prepara la comida de sus mascotas.
4. Disposición final de los residuos, el 35% de las viviendas saben que pasa luego de que el camión recolector se lleva sus residuos. El 59% opina que se debe industrial los residuos generando nuevos productos y energía, el 21% que se entierren directamente en un espacio sin ocasionar peligros a la ciudad y el 17% que se reutilicen, solo el 3% que se quemen los residuos.
5. Barrido recolección y transporte, el 50% califica el servicio de aseo urbano como bueno, el 26% regular, el 12% malo, el 6% muy bueno, el 5% muy malo y el 1% excelente. Si lo analizamos por macrodistrito la zona Periférica tiene un 35% de calificación mala, y 14% muy mala, la zona Centro un 22% de mala, en la zona Sur el servicio en un 63% es bueno, y un 15% regular, en la zona de Cotahuma 36% califica regular y el 47% bueno. En el caso de departamentos o multifamiliares cada uno saca sus residuos en un 62%. El 19% tienen un centro de acopio interno. Entre las sugerencias las más representativas son la implementación de contenedores diferenciados, aumentar la cantidad de contenedores, incrementar frecuencias de recolección, educación ciudadana y realizar un control al comportamiento al vecino.

Reutilización de residuos, el 40% de las viviendas reutiliza alguno de los residuos, de este porcentaje el 46% reutiliza botellas de bebida, el 14% bolsas plásticas, el 12% envases de vidrio, el 14% papel, el 9% cartón y el 5% orgánicos. El 52% regala su ropa usada, el 19% la pone al a basura, el 15% la quema y el 14% la reutiliza



3.2. Resultados de la caracterización de fuente no domiciliaria

RUBRO COMERCIAL

A continuación, se desarrolla los resultados obtenidos por fuente generadora no domiciliaria. Los rubros que se tomaron en cuenta son fuentes Comerciales (Mercados, expendios de comida y servicios de hospedaje), institucionales (unidades educativas, instituciones), hospitalarios e industrias. Se tienen 500 muestras en total y se desarrollan a continuación:

3.2.1. CARACTERISTICAS GENERALES – RUBRO COMERCIAL

3.2.1.1. Consumo Masivo

En la ciudad de La Paz existen 5140 centros de abastecimientos y mercados de los cuales 51 son Supermercados, 84 Mercados y 5005 Micromercados.

3.2.2. GENERACION PER CÁPITA

3.2.2.1. Generación per – cápita Mercados

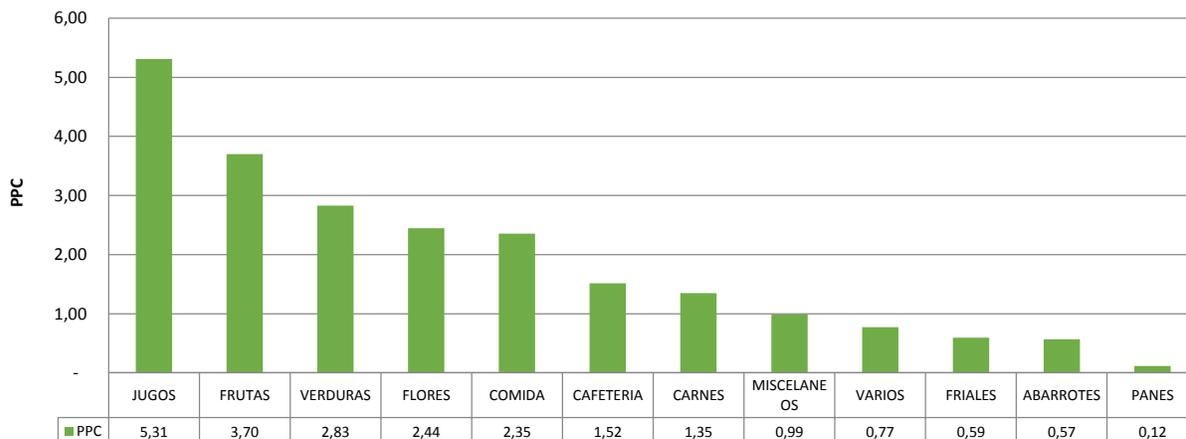
El cálculo de la generación. Per-cápita/día en fuente no domiciliaria según la NB 743, establece los criterios requeridos para el cálculo de la PPC. Para el caso de los mercados, supermercados y mini mercados se sigue el mismo procedimiento, es decir, el pesaje del total de los residuos recolectados dividido entre el total de población que conforma cada muestra. Este procedimiento, se realizó para cada día de recolección de muestras. El muestreo en mercados se realizó 4 días continuos según lo establecido en la norma, donde el personal responsable de esta etapa realizó la recolección por puesto en función a los rubros correspondientes. Con este procedimiento se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla No. 79 Generación per cápita según los sectores de cada mercado (kg/puesto. Día)

RUBRO	16 DE JULIO	AMAPOLA	ANTOFAGASTA	BAJO MARISCAL SANTA CRUZ	BELEN	BOLIVAR CENTRAL	CALATAYUD	CAMACHO	EL TEJAR	LAS FLORES	MIRAFLORES	RODRIGUEZ	SANCHEZ LIMA	SOPOCACHI	STRONGEST	URUGUAY	YUNGAS	PROMEDIO
ABARROTOS	0,99	0,26				0,48	1,56	0,31			0,39			0,74		0,38	0,52	0,57
CAFETERIA		1,41				2,83	1,25	1,95			2,25	0,93		1,52		0,94		1,52
CARNES	0,46					0,62	1,88	0,49			1,04	1,83		0,96			1,32	1,35
COMIDA	4,99	3,55	2,51	1,85		2,38	2,27	4,05	2,50		3,30	1,43	1,50	2,79	1,75	2,06	2,36	2,35
FLORES										2,44								2,44
FRIALES								0,29			0,30	1,06		1,30				0,59
FRUTAS	0,21	1,85				1,53		2,80			5,67						7,08	3,70
JUGOS						5,24	0,95	4,66				10,46		9,70		1,58		5,31
MISCELANEOS	1,42							0,12										0,99
PANES	0,12																	0,12
VARIOS		1,12														0,43		0,77
VERDURAS	4,33	1,95			3,06	0,75	1,32				3,70	2,41		2,37		2,34		2,83
Total general	2,04	1,61	2,51	1,85	3,06	1,98	1,74	2,11	2,50	2,44	2,26	1,88	1,50	2,19	1,75	1,29	1,96	2,09

Fuente: Elaboración propia

El siguiente gráfico nos muestra los PPC por valor descendente.



Los análisis realizados en formato Excel se encuentra incluido como Anexo del presente informe, así como el documento en formato digital.

La obtención de los PPC de generación por rubro en Kg/puesto/día se trabajó con 12 rubros estandarizados bajo un criterio de especificación descrito en la siguiente tabla:

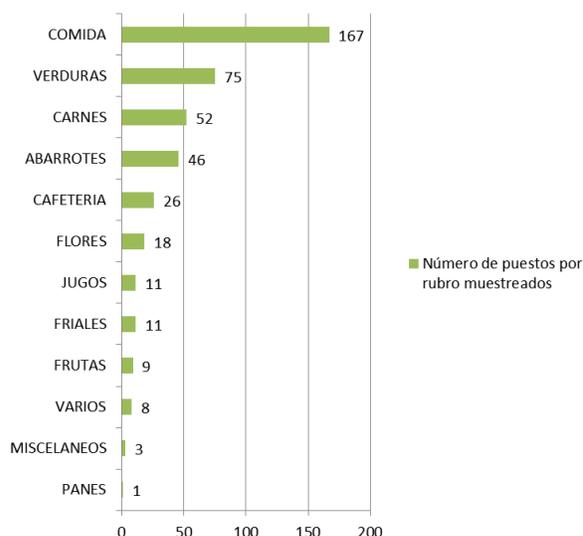
Tabla No. 80 Especificaciones de los rubros considerados para el estudio

Nº	Rubro	Especificaciones
1	Jugos	Puestos de jugos de frutas en Gral.
2	Fruta	Puestos de fruta en Gral.
3	Comida	Puestos de comida, incluidos venta de salteñas, tucumanas, pescado fritos, mondongo, etc.
4	Verdulería	Verduras Gral., papas, chuños, mote cocido, patasca, etc.
5	Florería	Puestos de flores en Gral.
6	Cafetería	Café, api, y similares.
7	Misceláneo	Vivanderías, refrescos, dulcerías, etc.
8	Carnes	Variedad de carnes crudas(pollo, res, cerdo, pescado)etc.
9	Friales	Embutidos, quesos, chorizos, salchichas, etc.
10	Varios	Venta de coca, pasancalla, ropa etc.
11	Abarrotos	Fideos, aceite, arroz, harina, azúcar, cereales, etc.
12	Panadería	Pan, masitas, etc.

Fuente: Elaboración propia

Para la estimación del PPC por rubro, se muestrearon una cantidad de puestos por rubro detallada a continuación:

Rubro	Número de puestos por rubro muestreados
ABARROTES	46
CAFETERIA	26
CARNES	52
COMIDA	167
FLORES	18
FRIALES	11
FRUTAS	9
JUGOS	11
MISCELANEOS	3
PANES	1
VARIOS	8
VERDURAS	75
Totales	427



Fuente:

Una vez establecida la PPC correspondiente por rubro con las muestras obtenidas, la generación por mercado se proyectó con el universo total de mercados en función a su cantidad de puestos, según información proporcionada por la Dirección de Mercados del GAMLP.

La generación de residuos es de 10.359 kg/mercado/día considerando 6.535 puestos en los diferentes centros de abastecimiento.

Sin embargo, la dirección de mercados del GAM La Paz además proporciona información sobre la cantidad de puestos ubicados alrededor de los mercados Villa Fátima y Rodríguez, vendedores en vías públicas y puestos de venta en ferias itinerantes localizadas en diferentes zonas de la ciudad.

En el caso de los puestos de venta alrededor de los mercados (Villa Fátima y Rodríguez) y puestos de venta en ferias itinerantes, se cuenta con la especificación de puesto y su rubro correspondiente por lo que se procedió al cálculo de generación en kg/día. Utilizando el PPC por rubro de la misma forma que se realizó el cálculo de generación en mercados.

El cálculo de generación de residuos por vendedores en vías públicas se trabajó con el número total de puestos registrados, mismos que no cuentan con información por rubro por lo que se prosiguió con la proyección utilizando el PPC más bajo calculado según las muestras de 0,26 Kg. puesto. día, considerando la información directa obtenida en el trabajo de campo.

Tabla No. 81 Generación de residuos vendedores en vías públicas

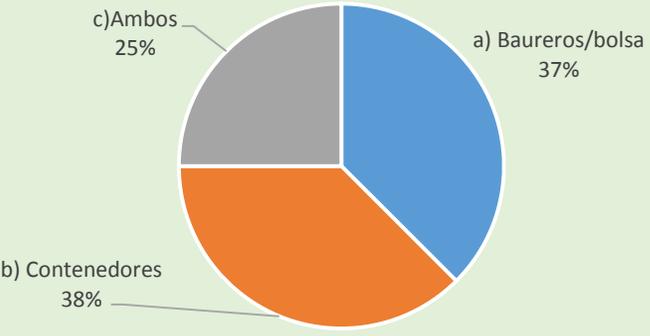
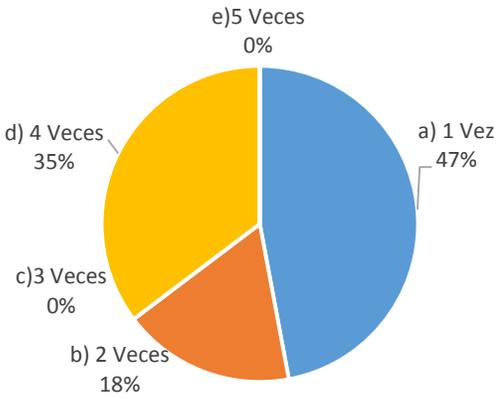
DETALLE	CANTIDAD DE VENDEDORES	GENERACION KG/ DIA
VENDEDORES ALREDEDORES MDO. VILLA FATIMA	819	1.364,73
VENDEDORES ALREDEDORES MDO. RODRIGUEZ	2.288	4.846,13
VENDEDORES EN VIAS PUBLICAS	30.133	7.834,58
VENDEDORES FERIAS ITINERANTES	227	424,58
TOTAL	33.467	14.470,02

Fuente: Elaboración propia

La generación diaria de mercados en el municipio de La Paz es de 24,83 Ton/día.

3.2.2.2. Resultados de las encuestas realizadas en mercados

Tabla No. 82 Resultados de aplicación de mercados

No	PREGUNTA	RESULTADO												
1	Recipientes empleados	<p>Gráfico No. 11 Recipientes empleados</p>  <table border="1"> <caption>Data for Gráfico No. 11</caption> <thead> <tr> <th>Recipiente</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Baureros/bolsa</td> <td>37%</td> </tr> <tr> <td>b) Contenedores</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>c) Ambos</td> <td>25%</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente	Porcentaje	a) Baureros/bolsa	37%	b) Contenedores	38%	c) Ambos	25%				
Recipiente	Porcentaje													
a) Baureros/bolsa	37%													
b) Contenedores	38%													
c) Ambos	25%													
2	¿Cuántas veces al día sacan la basura?	<p>Gráfico No. 12 ¿Cuántas veces al día sacan la basura?</p>  <table border="1"> <caption>Data for Gráfico No. 12</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) 1 Vez</td> <td>47%</td> </tr> <tr> <td>b) 2 Veces</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>c) 3 Veces</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>d) 4 Veces</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>e) 5 Veces</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencia	Porcentaje	a) 1 Vez	47%	b) 2 Veces	18%	c) 3 Veces	0%	d) 4 Veces	35%	e) 5 Veces	0%
Frecuencia	Porcentaje													
a) 1 Vez	47%													
b) 2 Veces	18%													
c) 3 Veces	0%													
d) 4 Veces	35%													
e) 5 Veces	0%													



La Gestión de residuos en establecimientos de consumo masivo (mercados) claramente definida, los recipientes empleados en cada establecimiento nos indican que el 38% son contenedores, 37% son basureros/bolsa y el 25% ambos. El funcionamiento en mercados indica que el 88% es de lunes a domingo y solo un 12% de lunes a sábado. En un 47% sacan la basura generada 1 vez, un 35% indica que saca la basura cuatro veces y solo el 18% saca la basura 2 veces. El 55% de la población indica que la evacuación de los residuos generados en establecimientos de consumo masivo (mercados) se realiza a través del servicio municipal un 24% muestra que se realiza la disposición propia (separación en origen y/o reciclaje de los residuos aprovechables) y el 21% empresa privada, a su vez también indica que una recolección diferenciada es muy importante para quienes aún no la realizan.

Al ser establecimientos de servicios ya establecidas, las actividades económicas sí conocen al prestador de servicio de aseo urbano, así como su frecuencia de recolección; de igual manera califican, en su mayoría, como un servicio de aseo urbano y vías públicas bueno.

Por este motivo no tienen muchas sugerencias para mejorar el mismo, en menor porcentaje se sugiere implementar estrategias de educación y contenedores diferenciados.

3.2.2.3. Generación per – cápita Supermercados

Respecto a los datos obtenidos en el muestreo de supermercados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No. 83 Generación de residuos en supermercados

N°	CODIGO	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	PESO DIA 1	PESO DIA 2	PESO DIA 3	PROMEDIO
1	CM-SUP-1	SUPERMERCADO KETAL	27,9			27,90
2	CM-SUP-2	FIDALGA	39,885	64,35	15,42	39,89
3	CM-SUP-3	KETAL S.R.L.	26,5	28,4	24,6	26,50
4	CM-SUP-4	HIPERMAXI TORREZ MALL	87,86	57,65	361,45	168,99
5	CM-SUP-5	HIPERMAXI SOPOCACHI	38,63	61,32	46,3	48,75
Peso total Promedio						66,24
Universo de Supermercados						51
Total generación						3.378,15

Fuente: Elaboración propia

La generación de residuos en Supermercados es de 3,38 toneladas/día, proveniente de los 51 supermercados localizados en el municipio de La Paz.

3.2.2.4. Generación per – cápita Micromercados

Sobre los datos obtenidos en el muestreo de micromercados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No. 84 Generación de residuos sólidos en micro mercados

N°	CODIGO	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	PESO DIA 1	PESO DIA 2	PESO DIA 3
6	CM-MIR-6	FORTALEZA	0,94	0,61	2,09
7	CM-MIR-7	CHARLEYS	0,61	2,32	0,76
8	CM-MIR-8	BIO NATURAL	0,41	0,58	0,495
Peso total Promedio					0,98
Universo de Micromercados					5005
Total Generación (kg. Día)					4.902,12

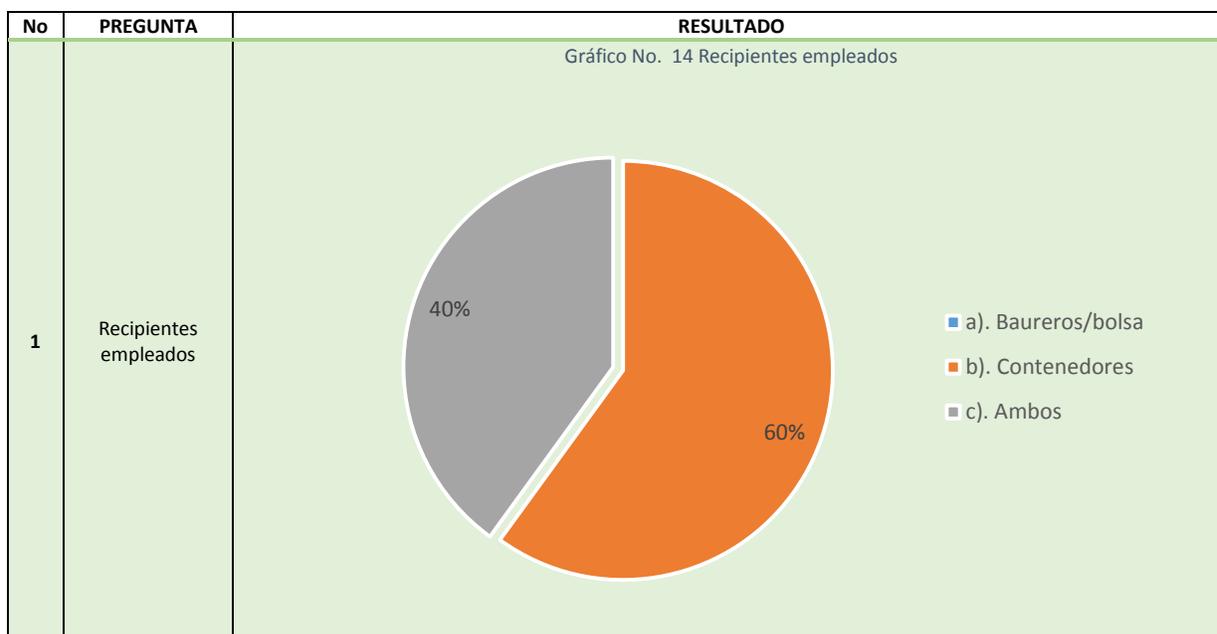
Fuente: Elaboración propia

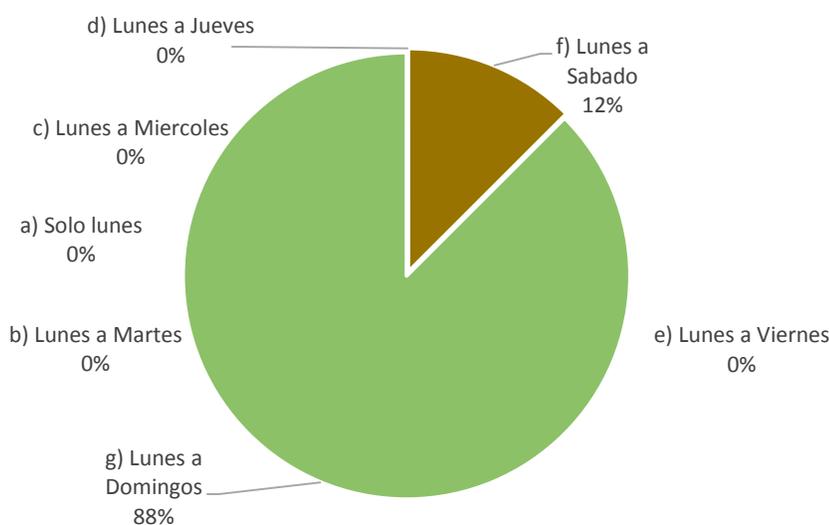
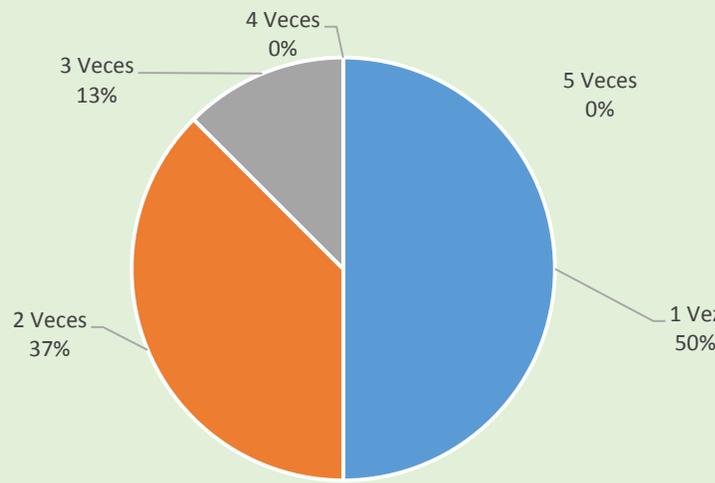
La generación de residuos en Micromercados es de 4.9 toneladas/día, considerando los 5005 establecimientos localizados en la ciudad de La Paz.

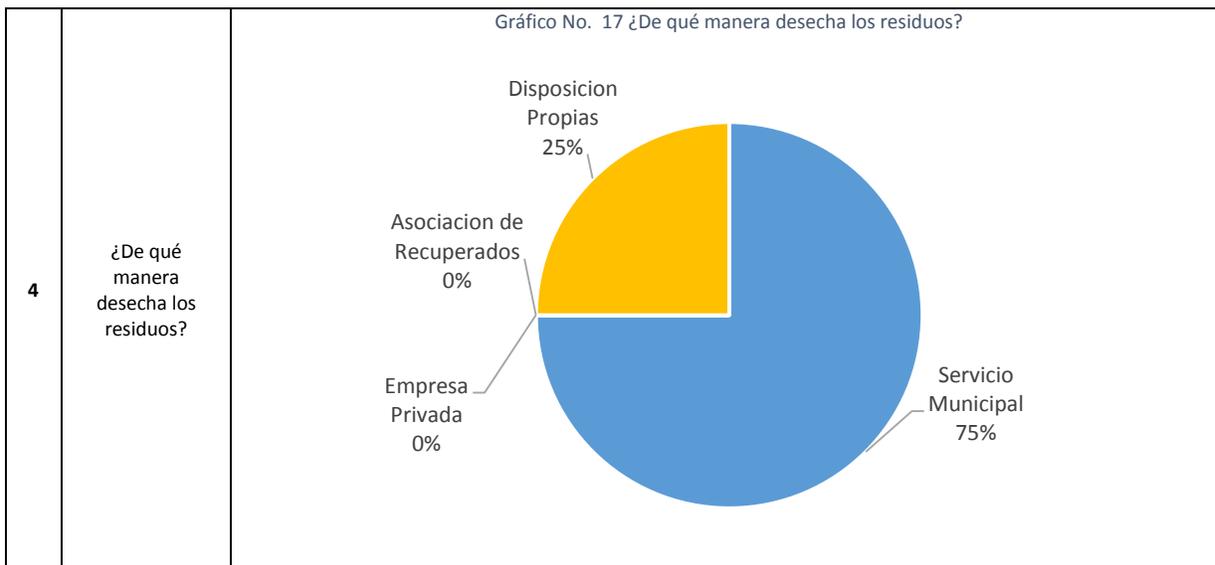
El universo de micromercados (5005) considera, tiendas de barrio, almacenes y micro markets.

3.2.2.5. Resultados de encuesta realizada en supermercados y micromercados

Tabla No. 85 Resultados de aplicación de encuestas de supermercados y micromercados



2	Días de atención	<p>Gráfico No. 15 Días de atención</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>d) Lunes a Jueves</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>c) Lunes a Miercoles</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>a) Solo lunes</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>b) Lunes a Martes</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>e) Lunes a Viernes</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>g) Lunes a Domingos</td> <td>88%</td> </tr> <tr> <td>f) Lunes a Sabado</td> <td>12%</td> </tr> </tbody> </table>	Opción	Porcentaje	d) Lunes a Jueves	0%	c) Lunes a Miercoles	0%	a) Solo lunes	0%	b) Lunes a Martes	0%	e) Lunes a Viernes	0%	g) Lunes a Domingos	88%	f) Lunes a Sabado	12%
Opción	Porcentaje																	
d) Lunes a Jueves	0%																	
c) Lunes a Miercoles	0%																	
a) Solo lunes	0%																	
b) Lunes a Martes	0%																	
e) Lunes a Viernes	0%																	
g) Lunes a Domingos	88%																	
f) Lunes a Sabado	12%																	
3	¿ Cuántas veces al día sacan la basura?	<p>Gráfico No. 16 ¿ Cuántas veces al día sacan la basura?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 Veces</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>3 Veces</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>5 Veces</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>2 Veces</td> <td>37%</td> </tr> <tr> <td>1 Vez</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencia	Porcentaje	4 Veces	0%	3 Veces	13%	5 Veces	0%	2 Veces	37%	1 Vez	50%				
Frecuencia	Porcentaje																	
4 Veces	0%																	
3 Veces	13%																	
5 Veces	0%																	
2 Veces	37%																	
1 Vez	50%																	



La Gestión de residuos en establecimientos de consumo masivo (supermercados y micromercados) está claramente definida, los recipientes empleados en cada establecimiento nos indican que el 38% son contenedores, 37% son basureros/bolsa y el 25% ambos. El funcionamiento para supermercados y micromercados indica que el 88% es de lunes a domingo y solo un 12% de lunes a sábado. El 75% de la población indica que la evacuación de los residuos generados en establecimientos de consumo masivo (supermercados y micromercados) se realiza a través del servicio municipal un 25% muestra que se realiza la disposición propia (separación en origen y/o reciclaje de los residuos aprovechables), a su vez también indica que una recolección diferenciada es muy importante para quienes aún no la realizan.

3.2.3. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN EN RUBRO COMERCIAL

La generación total en centros de consumo masivo considera a mercados, vendedores en vías públicas, supermercados y micromercados.

Tabla No. 86 Proyección de generación de residuos sólidos en consumo masivo

GENERADOR	GENERACION KG/DIA	GENERACION TON/DIA	GENERACION TON/SEM	GENERACION TON/AÑO
MERCADOS	10.359,91	10,36	72,52	3.781,37
VENDEDORES EN VIAS PUBLICAS	14.470,02	14,47	101,29	5.281,56
SUPERMERCADOS	3.378,15	3,38	23,65	1.233,02
MICROMERCADOS	4.902,12	4,90	34,31	1.789,27
TOTAL	33.110,20	33,11	231,77	12.085,22

Fuente: Elaboración propia

La generación diaria en consumo masivo es de 33,11 ton/día y proyectando anualmente es 12.085,22 ton/año.

3.2.3.1. Actividades comerciales dispersas

Sobre las actividades comerciales, se realizó el análisis de la información propiciada por el GAMLP, misma que fue categorizada en función a las actividades comerciales registradas en el municipio de La Paz con licencia de funcionamiento, actividades como, abarrotes, puestos de fruta, carnicerías, etc. Estas actividades se encuentran dispersas en los siete macrodistritos del municipio paceño. En ese sentido, se realizó el análisis de su universo para la proyección correspondiente de generación, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No. 87 Generación de residuos en las distintas actividades comerciales

ACTIVIDADES CON LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO	Cantidad	RUBRO	PPC	Generación (kg/ac/día)
ABARROTOS	607	ABARROTOS	0,57	345,99
COMERCIO ROPA	2490	VARIOS	0,77	1.917,30
FLORERIA	63	FLORES	2,44	153,72
FRIAL	676	FRIALES	0,59	398,84
FRUTAS Y VERDURAS	183	FRUTAS Y VERDURAS	3,27	597,50
MISCELANEAS	1526	MISCELANEAS	0,99	1.510,74
PANADERIA	64	PANES	0,12	7,68
PEQUEÑOS GENERADORES	12480	VARIOS	0,12	1.497,60
SERVICIOS DE BELLEZA INTEGRAL	1154	VARIOS	0,12	138,48
VARIOS	1739	VARIOS	0,77	1.339,03
Cantidad	20982	Generación total		7.906,88
		Generación total en Ton.		7,91

En el cuadro anterior se puede apreciar que de un total de 20982 actividades comerciales dispersas en los siete macrodistritos en el municipio, se genera un total diario de 7,91 toneladas.

Se adjunta al presente documento el ANEXO 1: Análisis de datos del rubro Consumo masivo – Fuente Comercial.

3.2.4. CARACTERISTICAS GENERALES - EXPENDIOS DE COMIDA

La cantidad de establecimientos de expendios de comida a trabajar son 138 muestras.

La estrategia de intervención fue analizar categorizando por sub rubros los expendios de comida, se definió pesar la generación de cada sub rubro y realizar un análisis por número de empleados y número de mesas.

Para analizar la generación per cápita en los establecimientos de expendios de comida vamos a describir a detalle de resultados de cada sub rubro a continuación. Para esto se tomó las siguientes cantidades de muestras de cada sub rubro de expendios de comida.

De las 139 muestras que se tomaron se realizó el pesaje por cada uno de los sub rubros durante tres días continuos.

Tabla No. 88 Detalle de generación por sub rubro en establecimientos de expendios de comida

CODIGO DE MUESTRA	EXPENDIO DE COMIDA	PESO KG Día 1	PESO KG Día 2	PESO KG Día 3	PROMEDIO GENERACIÓN
EXC-BRO-1	BROSTERIA MANÁ	11,3	5,615	6,895	7,94
EXC-BRO-2	JHIRAFAS	10,66	26,45		18,56
EXC-BRO-3	POLLOS COCHABAMBA		132,96	46,7	89,83
EXC-BRO-4	POLLOS BIG POLLO	9,71	2,77		6,24
EXC-BRO-5	JHIRAFAS	16,39	19,49	21,17	19,02
EXC-CAF-6	CAFETERIA CRUZ	0,175	0,145	1,825	0,72
EXC-CAF-7	CAFÉ BERNA	0,815	0,615	2,2	1,21
EXC-CAF-8	ALEXANDER	40,17	24,39	41,01	35,19
EXC-CAF-9	VAINILLA	3,15	3,42	20,46	9,01
EXC-CAF-10	THE COMER	13,87	1,79	21,8	12,49
EXC-PAC-11	PLAZA DE COMIDAS FIDALGA	29,97	65	63,39	52,79
EXC-PAC-12	PATIO DE COMIDAS "TORRES MALL"	51,07	209,8	173,68	144,85
EXC-PAC-13	FACE FOOT	0,34	67,09	73,223	46,88
EXC-PEN-14	LA CASERITA	7,6	3,94	6,82	6,12
EXC-PEN-15	LA AMISTAD	3,04	2,89	7,57	4,50
EXC-PEN-16	EL ARROYO	10,96	18,74	13,11	14,27
EXC-PEN-17	PASCANA BENIANA	7,665	6,35	16,05	10,02
EXC-PEN-18	TOMMYS	12,77	7,26		10,02
EXC-PEN-19	PROVECHITO	4,04	3,94	3,04	3,67
EXC-PEN-21	LOS AMIGOS	3,45			3,45
EXC-PEN-22	CANCHA OBRERO I	2,22	6,54	4,81	4,52
EXC-PEN-23	CANCHA OBRERO II	6,78	4,22	0,27	3,76
EXC-PEN-24	AV. SAAVEDRA	11,03	5,57	2,58	6,39
EXC-PEN-25	PLAZA MAYOR	7,75	4,74	2,02	4,84
EXC-PEN-26	PENSIÓN SANDRA	4,64		1,8	3,22
EXC-PEN-27	ELVIRA	1,86			1,86
EXC-PIZ-28	PIZZERIA ITALY	4,16	6,57	1,715	4,15
EXC-PIZ-29	PIZZERIA ITALIAN	7,33	1,79	2,68	3,93
EXC-PIZ-30	PIZZA MOZZARELLA	1,175	2,09	1,62	1,63
EXC-PIZ-31	PIZZA NOSTRA	7,615	8,47	3,58	6,56
EXC-PIZ-32	PIZZA ELIS		10,45		10,45
EXC-POL-33	SORATA	2,26	11,98	13,05	9,10
EXC-POL-34	POLLO PEKIN	1,8	2,635	3,27	2,57
EXC-POL-35	POLLO BUEN GUSTO	4,59	3,02	1,45	3,02
EXC-POL-36	POLLO SHANGAI	11,12	8,68	5,375	8,39
EXC-POL-37	POLLO WANXING	16,2	28,77	24,5	23,16
EXC-RES-38	EL MARMOL	18,84	22,36	13,4	18,20
EXC-RES-39	CAFÉ RESTAURANT BEIRUT	9,95	5,41	8,16	7,84
EXC-RES-40	SILL PICHS	12,64	12,66	9,82	11,71
EXC-RES-41	V Y J BRIND SRL	12,18	17,54		14,86
EXC-RES-42	PASION CRIOLLA	34,42	37,15	40	37,19
EXC-RES-43	CLUB SOCIAL "16 DE JULIO"	11,84	12,9	11,23	11,99
EXC-RES-44	D Y LIZ	8,74			8,74
EXC-RES-45	POLLOS JI JA JA	46,76	30,84	48,75	42,12
EXC-RES-46	URBAN GRILL	11,48	2,02		6,75
EXC-RES-47	BIN BOM	12,9	16,6	18,05	15,85
EXC-RES-48	BROSSO		430,25		430,25
EXC-RES-49	DUMBO	62,02	308,89	220,6	197,17
EXC-RES-50	BRUCE LEE		10,81	4,61	7,71
EXC-RES-51	MAR SIN FRONTERAS	17,5	8,32		12,91
EXC-RES-52	PALADAR DE MI TIERRA	8,9	7,45		8,18
EXC-RES-53	EL SOCIO	7,79	0,42		4,11
EXC-RES-54	SABOR DE MI TIERRA	15,1	10,38		12,74
EXC-RES-55	GOLOSO	2,66	5,32		3,99
EXC-RES-56	RINCONSITO	4,87	4,48		4,68
EXC-RES-57	BARBARO	11,7	5,79		8,75

CODIGO DE MUESTRA	EXPENDIO DE COMIDA	PESO KG Día 1	PESO KG Día 2	PESO KG Día 3	PROMEDIO GENERACIÓN
EXC-RES-58	PANCHOS CH	2,15	3,6		2,88
EXC-RES-59	CHAQUITO FELIPE	10,96	11,28	6,85	9,70
EXC-RES-60	LA YUNGUEÑITA	6,33	12,86	1,9	7,03
EXC-RES-61	TANGO MADERO	6,93	11,52		9,23
EXC-RES-62	SABORCITO CHAPACO	7,14		6,67	6,91
EXC-RES-63	FOODO LOVER	6,19	8,78		7,49
EXC-RES-64	MOTACÚ	8,82	6,7	12,59	9,37
EXC-RES-65	ARTIGIANALE	8,1	1,39	1,9	3,80
EXC-RES-66	ELVIRAS	6,05	6,32		6,19
EXC-RES-67	EL NORTEÑO		11,74	3,32	7,53
EXC-RES-68	TODO A 10,50	5,61	6,3		5,96
EXC-RES-69	FRICARRIEL	13,63	22,94	19	18,52
EXC-RES-70	FELLINI	10,46	34,28	15,45	20,06
EXC-RES-71	SUB WAY	4,32	3,98	5,15	4,48
EXC-RES-72	BURGUER KING	40,07	65,06	59,16	54,76
EXC-RES-73	TEXAS	0,42	16,42	14,4	10,41
EXC-RES-74	CRONING	15,74	9,45		12,60
EXC-RES-75	ENTRE RAICES	4,69	6	24,91	11,87
EXC-RES-76	HEI	9,78	7,79	7,63	8,40
EXC-RES-77	LA OLLADA	10,48	12,85	12,35	11,89
EXC-RES-78	CHURRAS. BACO Y VACA	9,59	32,93	21,51	21,34
EXC-RES-79	SEQUIDIA	14,81	10,25		12,53
EXC-RES-80	CAFÉ RESTAURANT ITALIA	0,89	5,75	9,43	5,36
EXC-RES-81	LA CASITA	1,17	5,35	2,93	3,15
EXC-RES-82	MUELA DEL DIABLO	18,9	15,65		17,28
EXC-RES-83	CRAFTED	7,9	12,14		10,02
EXC-RES-84	BIANCO PURO	0,15	0,3		0,23
EXC-RES-85	LA SANGUICHERIA	1,01	5,51	4,79	3,77
EXC-SNK-86	KIOSKO "MIRIAM"	1,97	2,13		2,05
EXC-SNK-87	KIOSKO "GABY"	3,09	5,63		4,36
EXC-SNK-88	KIOSKO EL "CHAPACO"	2,03	12,6	3,33	5,99
EXC-SNK-89	KIOSKO "CRISTO VIENE"		2,45		2,45
EXC-SNK-90	KIOSKO "FELICIDAD"	0,79		1,89	1,34
EXC-SNK-91	KIOSKO "COPACABANA"		3,87	0,04	1,96
EXC-SNK-92	SNACK "IRENE"-TERMINAL DE BUSES - INTERIOR	1,05	0,71	2,78	1,51
EXC-SNK-93	SNACK "ROSALIA" TERMINAL DE BUSES - INTERIOR	2,83	1,46	0,9	1,73
EXC-SNK-94	SNACK CAFETRIA 125-TERMINAL DE BUSES - INTERIOR	1,95	5,6		3,78
EXC-SNK-95	SNACK CAFETRIA 73- TERMINAL DE BUSES INTERIOR	0,61	1,73	0,98	1,11
EXC-SNK-96	SNACK CAFETERIA 71- TERMINAL DE BUSES- INTERIOR	0,23	4,33		2,28
EXC-SNK-97	SNACK-EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1,98	0,23	0,54	0,92
EXC-SNK-98	SNACK-EXTERIOR ESTACION CENTRAL	0,83	0,9	1,06	0,93
EXC-SNK-99	SNACK-EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1,21	0,09	0,92	0,74
EXC-SNK-100	SNACK N° 51 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	0,65	1,27	2,97	1,63
EXC-SNK-101	SNACK N° 30 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	0,55	0,68	0,7	0,64
EXC-SNK-102	SNACK N° 31 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	0,65	1,42	0,61	0,89
EXC-SNK-103	SNACK N° 23 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	0,93		4,89	2,91
EXC-SNK-104	SNACK N° 24 EXTERIOR ESTACION CENTRAL	1,54	0,64	2,02	1,40
EXC-SNK-105	SNACK N° 25 EXTERIOR ESTACION CENTRAL		1,82	1,27	1,55

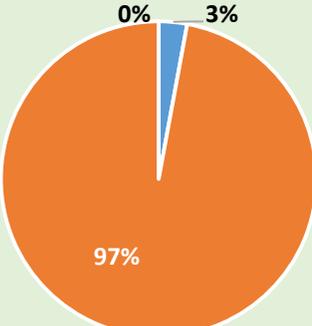
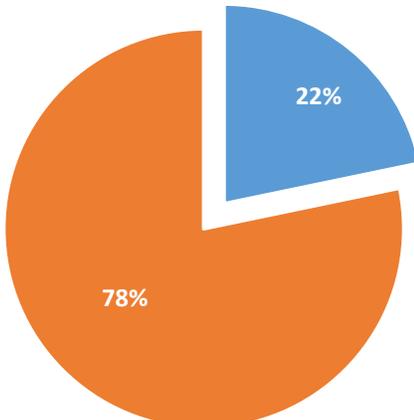
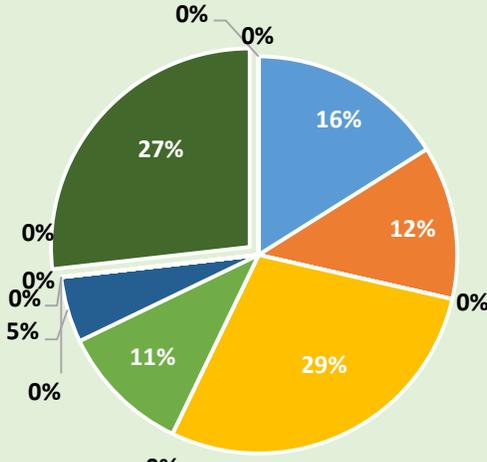
CODIGO DE MUESTRA	EXPENDIO DE COMIDA	PESO KG Día 1	PESO KG Día 2	PESO KG Día 3	PROMEDIO GENERACIÓN
EXC-SNK-106	SNACK MICKY	5,535	1,755	5,595	4,30
EXC-SNK-107	MODESTO	7,76	18,46	6,54	10,92
EXC-SNK-108	SNACK DANNYS	1,065	2,2	3,055	2,11
EXC-SNK-109	YERBA BUENA	7,155	12,36	8,315	9,28
EXC-SNK-110	PATTY	2,15	5,845	4,005	4,00
EXC-SNK-111	GALLO DE ORO	25,06	27,635	16,01	22,90
EXC-SNK-112	POLLIN II	7,06	7,21	14,28	9,52
EXC-SNK-113	POLLIN DE ORO	8,855	12,06	9,625	10,18
EXC-SNK-114	SNACK FRITO EL POLLO I	3,555	13,5	3,99	7,02
EXC-SNK-115	SNACK FRITO EL POLLO II	22,34	35,27	12,22	23,28
EXC-SNK-116	CENTRAL PEIK	2,47	1,29		1,88
EXC-SNK-117	LAS CHACHAS	1,49	2,08		1,79
EXC-SNK-118	LA SUPER MILANEZA	8,99	14,56		11,78
EXC-SNK-119	COMA Y PUNTO	1,6	2,575		2,09
EXC-SNK-120	CONFITERÍA ELIS	1,6	3,69	4,12	3,14
EXC-SNK-121	COME Y COMI		1,66		1,66
EXC-SNK-122	HAMBURGUESAS TOBY	10,58	8,41	8,95	9,31
EXC-SNK-123	SNACK IGLÚ	32,45			32,45
EXC-SNK-124	JAJOS FOOD Y COFFEE	0,65		0,77	0,71
EXC-SNK-125	PACEÑA "LA SALTEÑA"	8,89	6,4	10,08	8,46
EXC-SNK-126	SULTANA CAFÉ Y ARTE	2,45	5,03		3,74
EXC-SNK-127	SALTEÑAS Y TUCUMANAS	0,37	3,92	5,67	3,32
EXC-SNK-128	BUENO	9,55			9,55
EXC-SNK-129	JAWITAS "EL SIERVO FIEL"	0,98	0,47		0,73
EXC-SNK-130	HELADERIA FAST FRUIT	0,39	0,08	0,11	0,19
EXC-SNK-131	GIROS ALADIN	0,97	2,7	1,56	1,74
EXC-SNK-132	CEVICHERIA LEVANTA MUERTOS	10,5	7,35	6,4	8,08
EXC-SNK-133	SIERVO FIEL	1,39	1,52	0,33	1,08
EXC-SNK-134	SULTAN	1,87	0,49		1,18
EXC-SNK-135	LOS QÑAPES	2,8	13,99	4,46	7,08
EXC-SNK-136	REMANENTE	0,56	4,33	1,68	2,19
EXC-SNK-137	JUICE BLIZZ	0,58	6,94	0,64	2,72
EXC-SNK-138	SEASONS	1,46	8,8	9,48	6,58
EXC-SNK-139	COMPLETOS HOT DOG	0,57	2,26	1,22	1,35

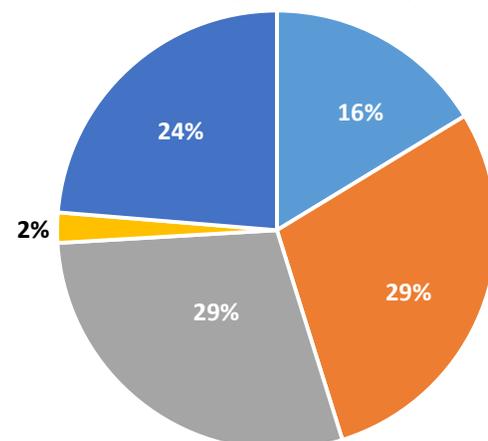
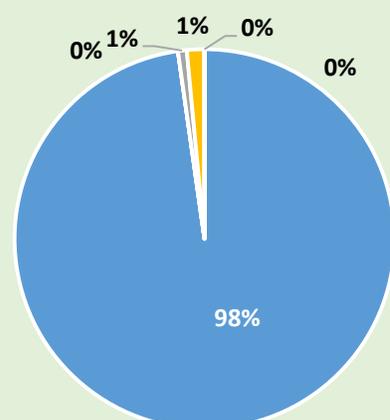
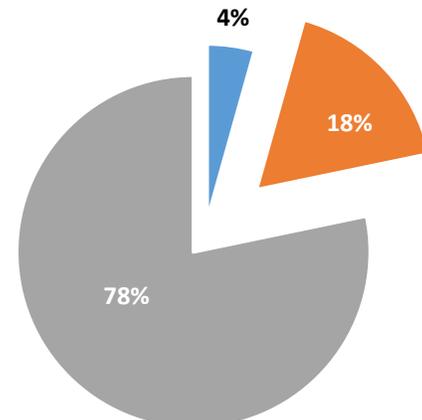
De acuerdo al formulario de pesaje, en la cual se fue registrando el peso generado por día en el establecimiento, a su vez en observaciones se fue registrando algún acontecimiento o suceso registrado durante el período de operación. El pesaje de generación de residuos en cada establecimiento está de acuerdo a los días en que se atiende, en esta etapa se trabajó con días a fines de semana en la cual existe mayor movimiento de personas y en la cual como se muestra en la tabla anterior, en la cual se ve el comportamiento de los pesos de acuerdo a cada sub rubro.

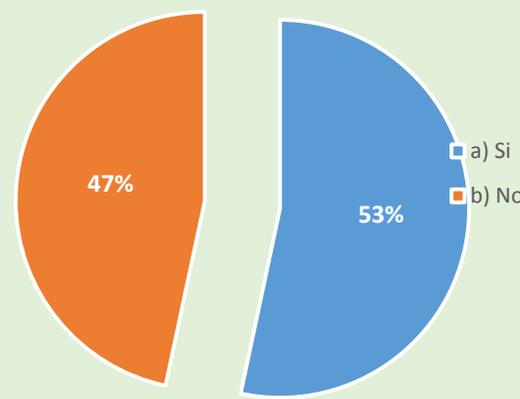
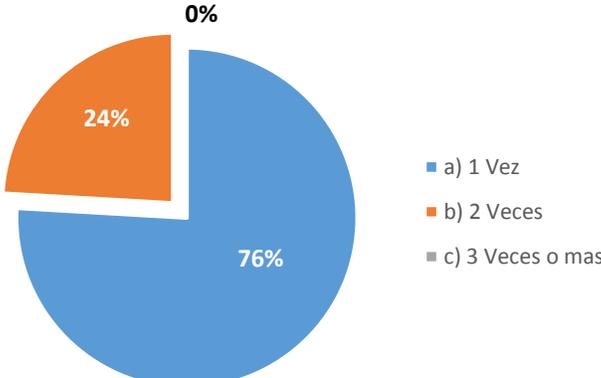
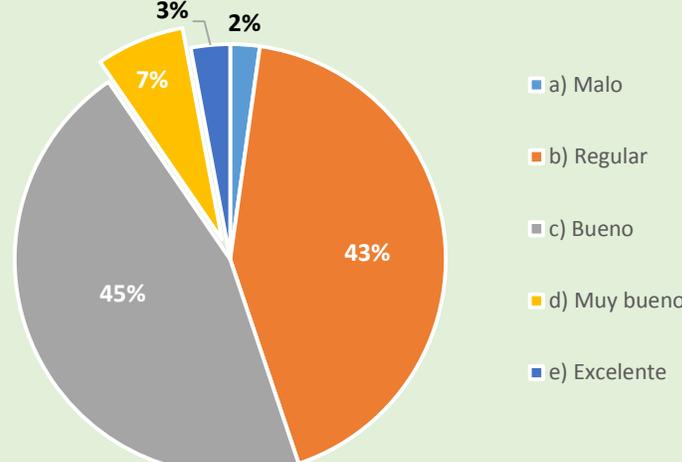
3.2.4.1. Resultados de aplicación de encuestas en establecimientos de expendios de comida

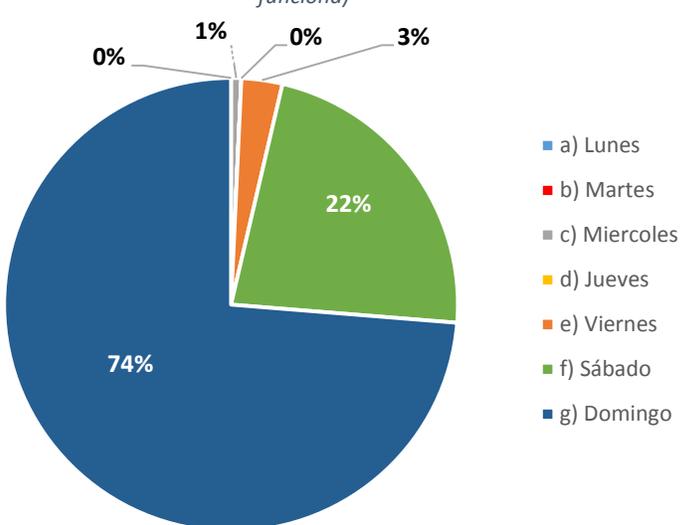
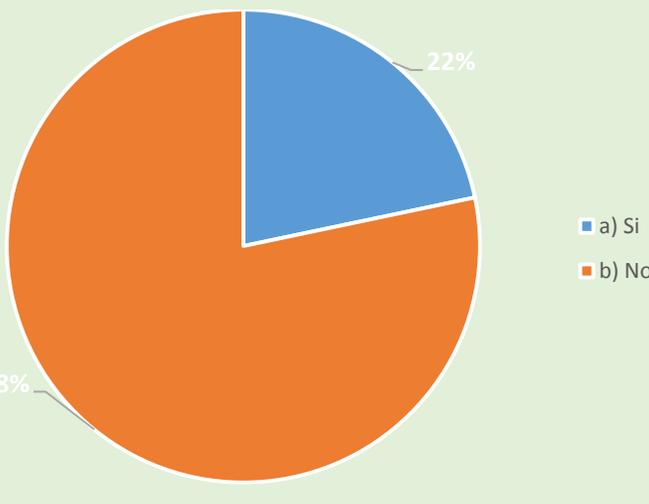
Los formularios de encuestas en establecimientos de expendios de comida fueron aplicados el primer día de trabajo de campo, se trabajó con cada sub rubro de cada punto que fue tomado como muestra, se aplicaron 139 muestras con los siguientes resultados:

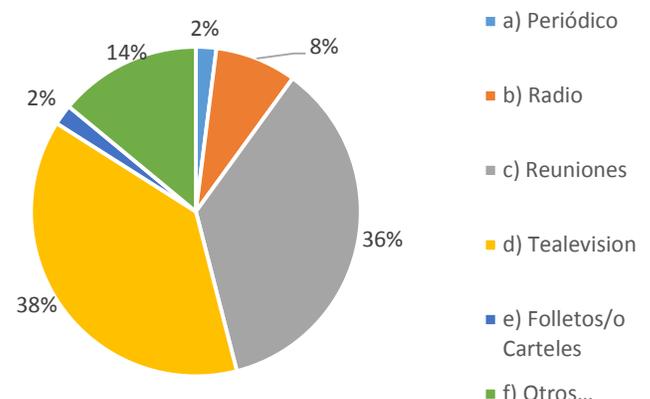
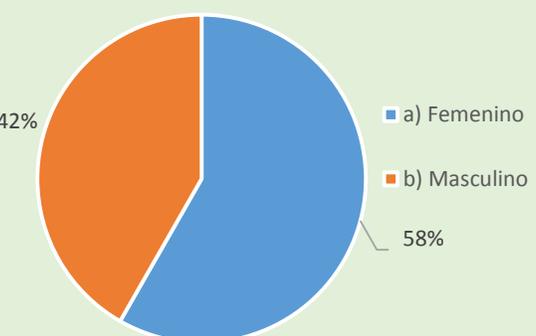
Tabla No. 89 Resultados de aplicación de encuestas en establecimientos de expendios de comida

N o	PREGUNTA	RESULTADO
1	¿Quién se encarga de los residuos en su actividad comercial?	<p>Gráfico No. 18 ¿Quién se encarga de los residuos en su actividad comercial?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Servicio de limpieza privado ■ b) Personal propio ■ c) Otro...
2	¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?	<p>Gráfico No. 19 ¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Si ■ b) No
3	¿Cuáles son los materiales que usted separa?	<p>Gráfico No. 20 ¿Cuáles son los materiales que usted separa?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Papel ■ Cartón ■ Periódico ■ Plástico ■ Hule ■ Vidrio ■ Lata ■ Cobre

4	¿Por qué razón no lo separa?	<p>Gráfico No. 21 ¿Por qué razón no lo separa?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Porque no sabe como separarla ■ b) Porque no hay opciones de recolección separada ■ c) Porque no sabe para que separarla ■ d) Porque considera que es un gasto ■ e) Otros (Tiempo)
5	¿Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento ?	<p>Gráfico No. 22 ¿Que hace con los residuos que se genera en su establecimiento?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Contenedores Municipales ■ b) Operador Privado ■ c) Asociación de recuperadores ■ d) Disposición Propia ■ e) Punto de isla verde ■ f) Otros...
6	Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento	<p>Gráfico No. 23 Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Bolsa ■ b) Basurero ■ c) Contenedor

7	¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?	<p>Gráfico No. 24 ¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Si</td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>47%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Si	53%	b) No	47%						
Respuesta	Porcentaje													
a) Si	53%													
b) No	47%													
8	¿Cuántas veces al día sacan la basura?	<p>Gráfico No. 25 ¿Cuántas veces al día sacan la basura?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) 1 vez</td> <td>76%</td> </tr> <tr> <td>b) 2 veces</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>c) 3 veces o mas</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) 1 vez	76%	b) 2 veces	24%	c) 3 veces o mas	0%				
Respuesta	Porcentaje													
a) 1 vez	76%													
b) 2 veces	24%													
c) 3 veces o mas	0%													
9	¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?	<p>Gráfico No. 26 ¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Malo</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>b) Regular</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>c) Bueno</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>d) Muy bueno</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>e) Excelente</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Malo	3%	b) Regular	43%	c) Bueno	45%	d) Muy bueno	7%	e) Excelente	2%
Respuesta	Porcentaje													
a) Malo	3%													
b) Regular	43%													
c) Bueno	45%													
d) Muy bueno	7%													
e) Excelente	2%													

<p>10</p>	<p>¿Cuántos días por semana funciona su actividad? (marque los días que funciona)</p>	<p>Gráfico No. 27 ¿Cuántos días por semana funciona su actividad? (marque los días que funciona)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Día</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Lunes</td> <td>74%</td> </tr> <tr> <td>b) Martes</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>c) Miércoles</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>d) Jueves</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>e) Viernes</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>f) Sábado</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>g) Domingo</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Día	Porcentaje	a) Lunes	74%	b) Martes	0%	c) Miércoles	0%	d) Jueves	1%	e) Viernes	3%	f) Sábado	22%	g) Domingo	0%
Día	Porcentaje																	
a) Lunes	74%																	
b) Martes	0%																	
c) Miércoles	0%																	
d) Jueves	1%																	
e) Viernes	3%																	
f) Sábado	22%																	
g) Domingo	0%																	
<p>11</p>	<p>¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura)</p>	<p>Gráfico No. 28 ¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Si</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>78%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Si	22%	b) No	78%										
Respuesta	Porcentaje																	
a) Si	22%																	
b) No	78%																	

12	¿A través de que medio usted ha recibido información sobre la separación de basura orgánica e inorgánica?	<p>Gráfico No. 29 ¿A través de que medio usted ha recibido información sobre la separación de basura orgánica e inorgánica?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Periódico ■ b) Radio ■ c) Reuniones ■ d) Television ■ e) Folletos/o Carteles ■ f) Otros...
13	Datos del encuestador	<p>Gráfico No. 30 Datos del encuestador</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Femenino ■ b) Masculino

En el rubro de expendios de comida se tiene que en un 97% los encargados de los residuos son el personal propio, mientras que un 3% contrata servicio de limpieza privado, además que solo el 22% de los establecimientos tienen una separación de algunos materiales que se pueden aprovechar mientras el 78% no existe ningún tipo de separación, dentro los residuos separados se tiene papel con un 16%, cartón con 12%, plástico con 29% y vidrio con un 11%.

Dentro del porcentaje de establecimientos que no separa los residuos un 29% indico que es porque no hay opciones de recolección diferenciada, de igual modo un 29% indica que no sabe para que separarla, un 24% indica que la razón para no separar es por cuestión de tiempo u otros motivos, así también un 16% no sabe cómo separarla y por ultimo un 2% considera que es un gasto.

Los residuos generados en los expendios de comida que se tienen a nivel Municipal un 98% los deposita en contenedores Municipales, solo el 1% se tiene disposición propia y el otro 1% entrega sus residuos a asociaciones de recuperadores.

En los establecimientos de comida los recipientes empleados para el almacenamiento de sus residuos un 78% utiliza contenedor, un 18% utiliza un basurero y solo el 4% deposita sus residuos sólidos en una bolsa. En este rubro un 53% tiene conocimiento de la empresa responsable del aseo urbano y el otro 47% no sabe quién realiza el aseo urbano. Así también en esta fuente el 76% sacan sus residuos solo 1 vez al día y el 24% saca sus residuos 2 veces al día.

Dentro de esta fuente generadora se consultó como califica el servicio de aseo urbano en el Municipio, respondiendo un 45% como bueno, un 43% como regular, un 7% como muy bueno, un 3% como excelente y finalmente el 2% como malo.

Los días trabajados para los establecimientos en su mayoría con un 74% ofrecen su servicio de lunes a domingo, en un 22% lo hacen de lunes a sábado y un 1% de lunes a viernes. En cuanto a la información sobre manejo de residuos un 78% no recibió ningún tipo de información o capacitación al respecto, y solo un 22% tuvo algún tipo de información.

La persona encuestada se le consultó a través de que medio ha recibido información sobre la separación de basura orgánica e inorgánica, las respuestas son variadas teniendo un 38% la televisión como medio de información, el 36% las reuniones, el 14% otros medios, un 8% la radio, y con un 2% periódico y folletos. Finalmente tenemos que un 58% de los encuestados fueron mujeres y un 42% hombres, lo que significaría que dentro de la fuente expendios de comida la mayoría de su personal trabajador son mujeres.

3.2.5. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIOS DE COMIDA

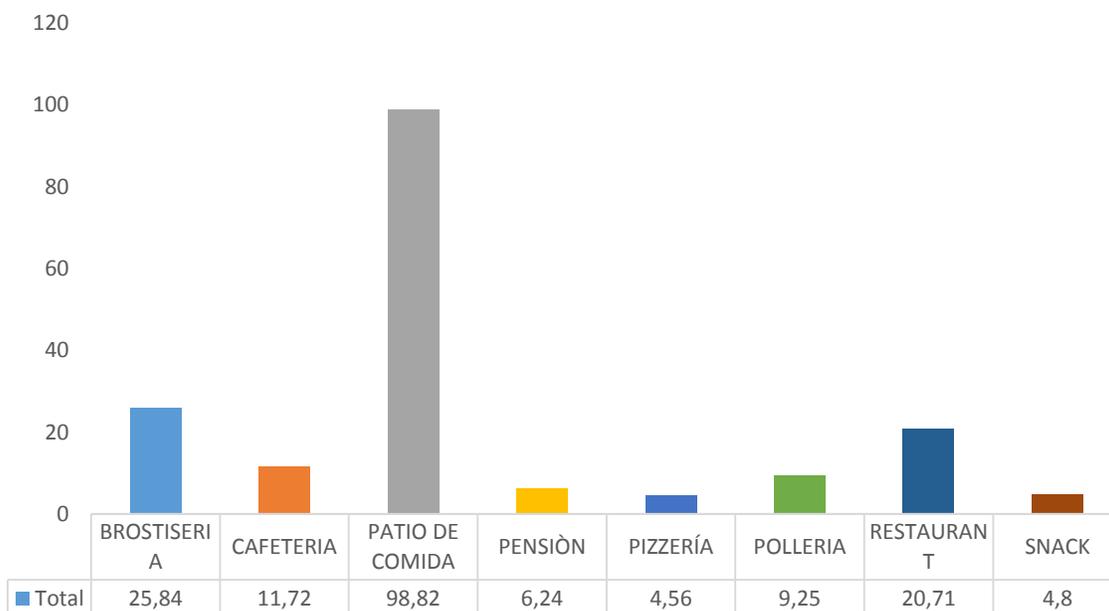
Las generaciones de residuos de establecimientos de expendios de comida están relacionadas a las actividades descritas anteriormente, cada rubro tiene subcategorías.

Tabla No. 90 Generación de residuos sólidos en establecimientos de expendios de comida

NIVEL	GENERACIÓN KG/DIA
BROASTERÍA	25,84
CAFETERÍA	11,72
PATIO DE COMIDA	81,51
PENSIÓN	6,24
PIZZERÍA	4,56
POLLERÍA	9,25
RESTAURANT	20,71
SNACK	4,80

Fuente: Elaboración propia

Gráfico No. 31 Generación unitaria por sub rubro (kg/establecimiento. día)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior podemos ver la generación por sub rubro en los diferentes establecimientos de expendios de comida, en el sub rubro brostisería tiene un promedio de generación de 25,84 Kg/Establecimiento. Día, cafetería de 11,72 Kg/Establecimiento. Día, patio de comida de 98,82 Kg/Establecimiento. Día, pensión de 6,24 Kg/Establecimiento. Día, pizzería de 4,56 Kg/Establecimiento. Día, pollería de 9,25 Kg/Establecimiento. Día, restaurant de 20,71 Kg/Establecimiento. Día y snack de 4,8 Kg/Establecimiento. Día.

Tabla No. 91 Generación de residuos sólidos en expendios de comida

TIPO ESTABLECIMIENTO	GEN KG/ESTABLECIMIENTO.DIA	CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTO	GEN KG/DIA
BROSISTERIA	25,84	61	1.576,24
CAFETERIA	11,72	342	4.008,24
PATIO DE COMIDA	81,51	17	1.385,67
PENSIÓN	6,24	331	2.065,44
PIZZERÍA	4,56	60	273,60
POLLERIA	9,25	91	841,75
RESTAURANT	20,71	809	16.754,39
SNACK	4,80	823	3.950,40
TOTAL		2.534	30.855,73

Fuente: elaboración propia

Se adjunta al presente documento el ANEXO 2: Análisis de datos de fuente generadora expendios de comida - Rubro Comercial.

3.2.6. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS EN EXPENDIOS DE COMIDA

Para realizar la proyección de la generación de residuos sólidos en establecimientos de expendios de comida, las cuales se categoriza en sub rubros: brostería con una generación 1,58 ton/día, cafetería 4,01 ton/día, patio de comida 1,39 ton/día, pensión 2,07 ton/día, pizzería 0,27 ton/día, pollería 0,84 ton/día, restaurant 16,75 ton/día y snack 3,95 ton/día. Al año significa 11.262,34 ton/año.

Tabla No. 92 Proyección anual de la generación de residuos en establecimientos de expendios de comida

TIPO ESTABLECIMIENTO	GEN KG/DIA	GENERACION TON/DIA	GENERACION TON/SEM	GENERACION TON/AÑO
BROSTISERIA	1.576,24	1,58	11,03	575,33
CAFETERIA	4.008,24	4,01	28,06	1.463,01
PATIO DE COMIDA	1.385,67	1,39	9,70	505,77
PENSIÓN	2.065,44	2,07	14,46	753,89
PIZZERÍA	273,60	0,27	1,92	99,86
POLLERIA	841,75	0,84	5,89	307,24
RESTAURANT	16.754,39	16,75	117,28	6.115,35
SNACK	3.950,40	3,95	27,65	1.441,90
TOTAL	30.855,73	30,86	215,99	11.262,34

Fuente: Elaboración propia

3.2.6.1. Análisis de indicadores de residuos en establecimientos de expendios de comida

Para la determinación de residuos producidos por día en establecimientos de expendios de comida de la ciudad, se multiplicará por cada sub rubro la cantidad por el indicador kg/empleados. Día. Así mismo para el indicador kg/mesa. Día; en la siguiente tabla se tiene los sub rubros identificados con sus respectivos valores, dando una generación diaria de empleados 2,04 Kg/empleador. Día y 1,08 Kg/mesa. Día.

Tabla No. 93 Análisis de indicadores de la generación de residuos en establecimientos de expendios de comida

CATEGORÍA	Kg/empleador. día	Kg/mesa. Día
BROSTISERIA	3,54	1,23
CAFETERÍA	1,05	0,56
PATIO DE COMIDA	1,88	1,78
PENSIÓN	1,82	0,80
PIZZERÍA	0,76	0,47
POLLERIA	2,57	0,91
RESTAURANT	2,35	1,17
SNACK	1,50	0,82
TOTAL	2,04	1,08

Fuente: Elaboración propia

3.2.7. CARACTERISTICAS GENERALES - SERVICIO DE HOSPEDAJES

Durante el trabajo de campo se logró obtener el pesaje de las 39 muestras definidas durante tres días consecutivos de acuerdo a normativa, en el cuadro a continuación se muestra los datos obtenidos:

Tabla No. 94 Generación de residuos sólidos establecimientos hospedaje

N°	CODIGO	NOMBRE DE ESTABLECIMIENTO	PESO DIA 1	PESO DIA 2	PESO DIA 3	PROMEDIO
1	EH-ALO-1	ALOJAMIENTO LUZ DE INDEPENDENCIA	0,69	0,79	0,12	0,53
2	EH-ALO-2	ALOJAMIENTO ZHEEN	4,06	0,28	0,22	1,52
3	EH-ALO-3	ALOJAMIENTO TORRELIO	1,72	2,39	2,18	2,10
4	EH-ALO-4	ALOJAMIENTO EL PARAISO	4,05	2,76	1,83	2,88
5	EH-ALO-5	ALOJAMIENTO GIRASOLES	0,85	5,14	2,50	2,83
6	EH-ALO-6	ALOJAMIENTO AMERICA	0,46	0,86	0,28	0,53
7	EH-ALO-7	ALOJAMIENTO LAS CONDES		3,38	0,52	1,95
8	EH-ALO-8	ALOJAMIENTO LA LLAJTA	0,38	1,70	0,85	0,98
9	EH-ALO-9	ALOJAMIENTO ESTRELLA	0,42	0,91	4,79	2,04
10	EH-ALO-10	ALOJAMIENTO PUNTO NARANJA	1,09	0,86	5,21	2,39
11	EH-ALO-11	ALOJAMIENTO TERMINAL	4,54	2,02	1,62	2,73
12	EH-HOS-12	HOSTAL ISIDOROS	1,27	7,70	2,72	3,90
13	EH-HOS-13	HOSTAL DONDE EL NEGRO	6,30	5,30	5,05	5,55
14	EH-HOS-14	HOSTAL TAMBO DE ORO	7,73	3,81	2,60	4,71
26	EH-HOS-26	HOSTAL MAYA - IN	10,43	1,71	1,04	4,39
16	EH-HOS-16	HOSTAL THE ADVENTURE BREW HOSTEL	4,68	3,73	4,51	4,31
17	EH-HOS-17	HOSTAL FLORIDA	2,75	10,08	18,62	10,48
18	EH-HOS-18	HOSTAL CANOA	20,28	14,61	7,72	14,20
19	EH-HOS-19	HOSTAL NAIRA LP	4,58	4,21	4,07	4,28
20	EH-HOS-20	HOSTAL ARCABUCERO	0,39	1,12	0,17	0,56
21	EH-HOS-21	HOSTAL ISKANWAYA		0,20	0,23	0,21
22	EH-HOS-22	HOSTAL PANCHA	1,55	1,20	4,21	2,32
23	EH-HOS-23	HOSTAL EL LOBO	3,09	1,25	1,54	1,96
24	EH-HOS-24	HOSTAL LA POASADA DE LA ABUELA	1,49	1,21	6,15	2,95
25	EH-HOS-25	HOSTAL ZIG ZAG	3,31		3,75	3,53
15	EH-HOS-15	HOSTAL VELLA VISTA	0,08	4,25	3,51	2,61
27	EH-HOS-27	HOSTAL MELODY	0,94	0,52	1,79	1,08
28	EH-HOT-28	RITZ APART HOTEL	50,07	68,76	80,02	66,28
31	EH-HOT-31	HOTEL DELFINES	18,96	13,75	11,07	14,59
29	EH-HOT-29	HOTEL LATINO			5,90	5,90
30	EH-HOT-30	HOTEL ROSSEL			6,16	6,16
32	EH-HOT-32	HOTEL CASA GRANDE	64,52	23,86	94,55	60,98
33	EH-HOT-33	HOTEL CALACOTO	49,13	68,90	12,79	43,61
34	EH-HOT-34	HOTEL CASA GRANDE SUITES	4,35	75,02	37,19	38,85
35	EH-MOT-35	MOTEL ONE	6,38	4,18	6,69	5,75
36	EH-MOT-36	MOTEL INN	1,30	0,79	0,64	0,91
37	EH-RSD-37	RESIDENCIAL SOCIAL CENTRAL OBRERA BOLIVIANA	1,80	0,29	2,11	1,40
38	EH-RSD-38	RESIDENCIAL CHACHA WARMI	3,62	1,26	0,55	1,81
39	EH-RSD-39	RESIDENCIAL URUGUAY	0,94	0,31	0,38	0,54

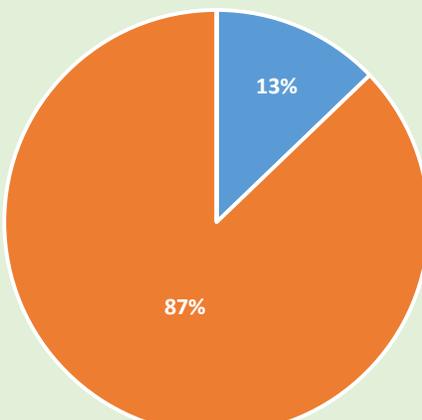
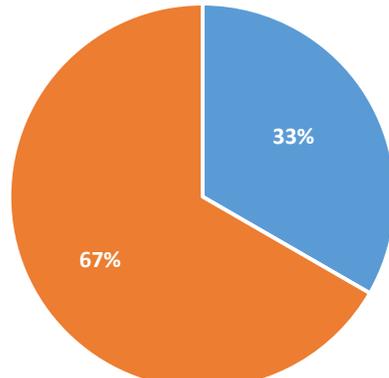
Fuente: Elaboración propia

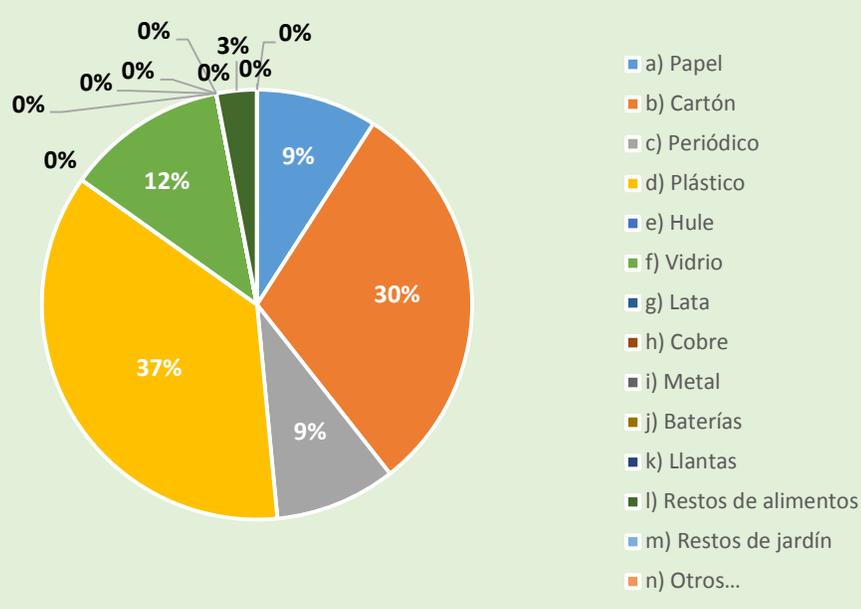
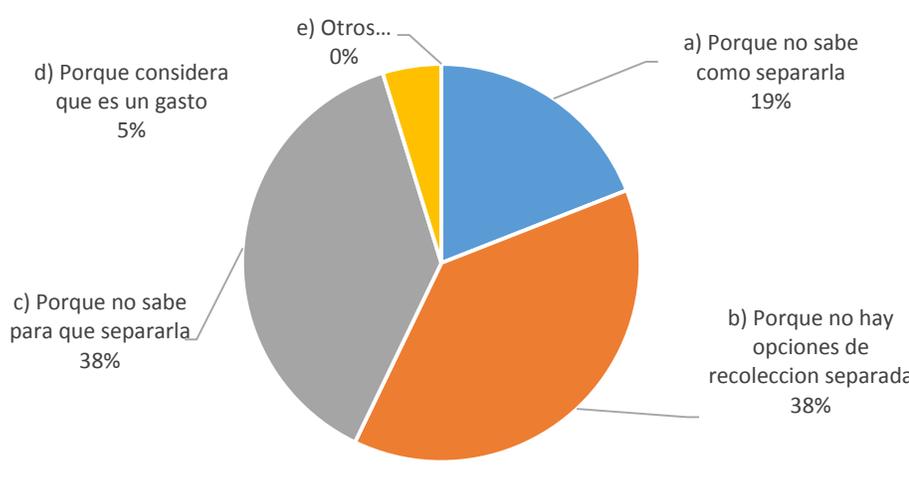
Dentro los resultados obtenidos después del trabajo de campo tenemos el pesaje de los días de trabajo de campo de acuerdo a las categorías que tiene el rubro, en el cuadro a continuación se muestra la generación total por día.

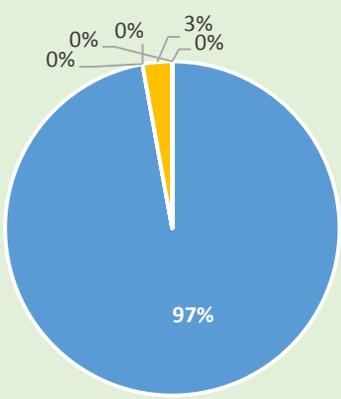
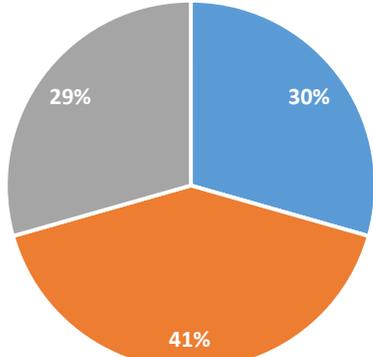
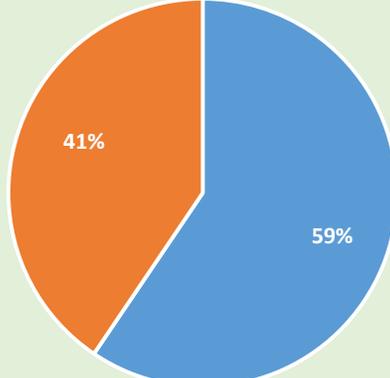
3.2.7.1. Resultados de aplicación de encuestas en servicio de hospedaje

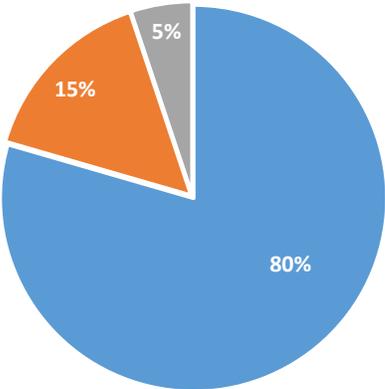
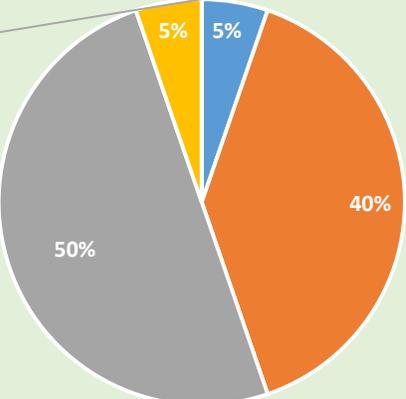
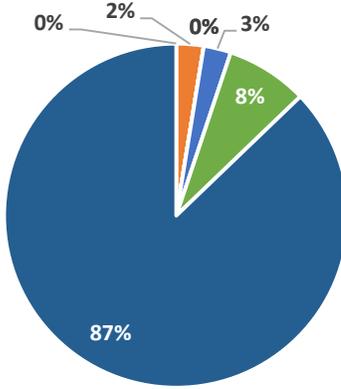
Los formularios de encuestas en el rubro de servicios de hospedaje fueron aplicados el primer día de trabajo de campo, se trabajó con los establecimientos definidos de cada punto que fue tomado como muestra, se aplicaron 39 encuestas con los siguientes resultados:

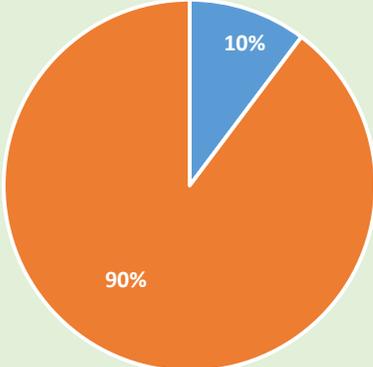
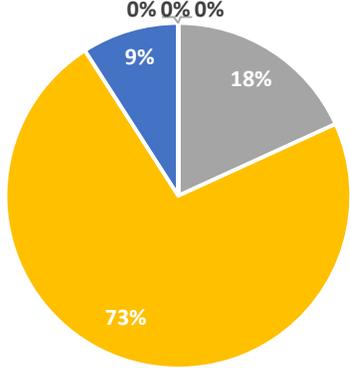
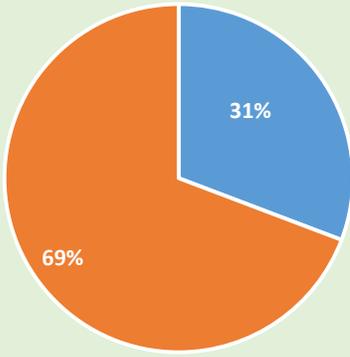
Tabla No. 95 Resultados de aplicación de encuestas en servicios de hospedaje

No	PREGUNTA	RESULTADO
1	¿Quién se encarga de los residuos en su actividad comercial?	<p>Gráfico No. 32 ¿ Quien se encarga de los residuos en su actividad comercial?</p>  <p>0%</p> <p>13%</p> <p>87%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ a). Servicio de limpieza privado ■ b). Personal propio ■ c). Otro...
2	¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?	<p>Gráfico No. 33 ¿ Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?</p>  <p>33%</p> <p>67%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ a). Si ■ b). No

3	¿Cuáles son los materiales que usted separa?	<p>Gráfico No. 34 ¿Cuáles son los materiales que usted separa?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Materiales</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>a) Papel</td><td>9%</td></tr> <tr><td>b) Cartón</td><td>30%</td></tr> <tr><td>c) Periódico</td><td>9%</td></tr> <tr><td>d) Plástico</td><td>37%</td></tr> <tr><td>e) Hule</td><td>0%</td></tr> <tr><td>f) Vidrio</td><td>12%</td></tr> <tr><td>g) Lata</td><td>0%</td></tr> <tr><td>h) Cobre</td><td>0%</td></tr> <tr><td>i) Metal</td><td>0%</td></tr> <tr><td>j) Baterías</td><td>0%</td></tr> <tr><td>k) Llantas</td><td>0%</td></tr> <tr><td>l) Restos de alimentos</td><td>3%</td></tr> <tr><td>m) Restos de jardín</td><td>0%</td></tr> <tr><td>n) Otros...</td><td>0%</td></tr> </tbody> </table>	Materiales	Porcentaje	a) Papel	9%	b) Cartón	30%	c) Periódico	9%	d) Plástico	37%	e) Hule	0%	f) Vidrio	12%	g) Lata	0%	h) Cobre	0%	i) Metal	0%	j) Baterías	0%	k) Llantas	0%	l) Restos de alimentos	3%	m) Restos de jardín	0%	n) Otros...	0%
Materiales	Porcentaje																															
a) Papel	9%																															
b) Cartón	30%																															
c) Periódico	9%																															
d) Plástico	37%																															
e) Hule	0%																															
f) Vidrio	12%																															
g) Lata	0%																															
h) Cobre	0%																															
i) Metal	0%																															
j) Baterías	0%																															
k) Llantas	0%																															
l) Restos de alimentos	3%																															
m) Restos de jardín	0%																															
n) Otros...	0%																															
4	¿ Por qué razón no lo separa?	<p>Gráfico No. 35 ¿Por qué razón no lo separa?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Razón</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>a) Porque no sabe como separarla</td><td>19%</td></tr> <tr><td>b) Porque no hay opciones de recolección separada</td><td>38%</td></tr> <tr><td>c) Porque no sabe para que separarla</td><td>38%</td></tr> <tr><td>d) Porque considera que es un gasto</td><td>5%</td></tr> <tr><td>e) Otros...</td><td>0%</td></tr> </tbody> </table>	Razón	Porcentaje	a) Porque no sabe como separarla	19%	b) Porque no hay opciones de recolección separada	38%	c) Porque no sabe para que separarla	38%	d) Porque considera que es un gasto	5%	e) Otros...	0%																		
Razón	Porcentaje																															
a) Porque no sabe como separarla	19%																															
b) Porque no hay opciones de recolección separada	38%																															
c) Porque no sabe para que separarla	38%																															
d) Porque considera que es un gasto	5%																															
e) Otros...	0%																															

5	¿Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento ?	<p>Gráfico No. 36 ¿ Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Contenedores Municipales ■ Operador Privado ■ Asociación de recuperadores ■ Disposicion Propia ■ Punto de isla verde
6	Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento	<p>Gráfico No. 37 Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Bolsa ■ b) Basurero ■ c) Contenedor
7	¿ Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?	<p>Gráfico No. 38 ¿ Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Si ■ No

8	¿ Cuántas veces al día sacan la basura?	<p>Gráfico No. 39 ¿ Cuántas veces al día sacan la basura?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 vez</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>2 veces</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>3 veces o mas</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencia	Porcentaje	1 vez	80%	2 veces	15%	3 veces o mas	5%								
Frecuencia	Porcentaje																	
1 vez	80%																	
2 veces	15%																	
3 veces o mas	5%																	
9	¿ Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?	<p>Gráfico No. 40 ¿ Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Malo</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Regular</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Muy bueno</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Excelente</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Porcentaje	Malo	5%	Regular	40%	Bueno	50%	Muy bueno	5%	Excelente	0%				
Calificación	Porcentaje																	
Malo	5%																	
Regular	40%																	
Bueno	50%																	
Muy bueno	5%																	
Excelente	0%																	
10	¿Cuántos días por semana funciona su actividad? (marque los días que funciona)	<p>Gráfico No. 41 ¿ ¿Cuántos días por semana funciona su actividad? (marque los días que funciona)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Día</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lunes</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Martes</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Miercoles</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Jueves</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Viernes</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Sábado</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Domingo</td> <td>87%</td> </tr> </tbody> </table>	Día	Porcentaje	Lunes	2%	Martes	3%	Miercoles	0%	Jueves	0%	Viernes	0%	Sábado	8%	Domingo	87%
Día	Porcentaje																	
Lunes	2%																	
Martes	3%																	
Miercoles	0%																	
Jueves	0%																	
Viernes	0%																	
Sábado	8%																	
Domingo	87%																	

11	¿ Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura))	<p>Gráfico No. 42 ¿ Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura))</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Si</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>90%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Si	10%	b) No	90%						
Respuesta	Porcentaje													
a) Si	10%													
b) No	90%													
12	¿ A través de que medio usted?	<p>Gráfico No. 43 ¿ A través de que medio usted?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medio</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Periódico</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>b) Radio</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>c) Reuniones</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>d) Television</td> <td>73%</td> </tr> <tr> <td>e) Folletos/o Carteles</td> <td>18%</td> </tr> </tbody> </table>	Medio	Porcentaje	a) Periódico	0%	b) Radio	0%	c) Reuniones	0%	d) Television	73%	e) Folletos/o Carteles	18%
Medio	Porcentaje													
a) Periódico	0%													
b) Radio	0%													
c) Reuniones	0%													
d) Television	73%													
e) Folletos/o Carteles	18%													
13	Datos del encuestador	<p>Gráfico No. 44 Datos del encuestador</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sexo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Femenino</td> <td>31%</td> </tr> <tr> <td>b) Masculino</td> <td>69%</td> </tr> </tbody> </table>	Sexo	Porcentaje	a) Femenino	31%	b) Masculino	69%						
Sexo	Porcentaje													
a) Femenino	31%													
b) Masculino	69%													

La Gestión de residuos en servicios de hospedaje está claramente definida, cuentan en su mayoría con un personal propio que alcanza un 87%, quien se encarga de la limpieza de los diferentes establecimientos de hospedaje, y una minoría cuenta con el 13 % de servicio privado de limpieza. El 67% de servicios de hospedaje indican la separación de algunos materiales de aprovechamiento como ser: plástico que representa el 37%, 30% en cartón, 12% vidrio, 9% periódico y solo el 3% representa la separación de residuos orgánicos (restos de alimentos). A su vez se tiene los resultados del porque no se separa en los servicios de hospedaje indicando que el 38% no sabe para que separarla, el 38% porque no hay opciones de recolección separada, el 19% indica no saber cómo separar los residuos generados y un 5% considera que es un gasto el mismo hecho del proceso de separación de residuos. El 97% de la población indica que la evacuación de los residuos generados en establecimientos de hospedaje la realizan en contenedores municipales y un 3% muestra que se realiza la disposición propia (separación en origen y/o reciclaje de los residuos aprovechables). En un 80% indica que se saca la basura una vez, 15% 2 veces y solo el 5% saca la basura 3 o más veces. Así mismo también indica que una recolección diferenciada es muy importante para quienes aún no la realizan.

Al ser establecimientos de servicios ya establecidas, las actividades económicas sí conocen al 59% como el prestador de servicio de aseo urbano, así como su frecuencia de recolección; de igual manera califican, en su mayoría, como un servicio de aseo urbano y vías públicas bueno.

Por este motivo no tienen muchas sugerencias para mejorar el mismo, en menor porcentaje se sugiere implementar estrategias de educación y contenedores diferenciados.

3.2.8. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL RUBRO DE SERVICIO DE HOSPEDAJES

Dentro de este rubro tenemos 5 categorías que fueron definidas para el servicio de hospedajes, según los resultados obtenidos después del análisis realizado se tiene un total de 4.868.84 Kg de residuos sólidos generados. Como se observa en el siguiente grafico la categoría con mayor generación total por día son los hoteles seguidos de alojamientos y hostales.

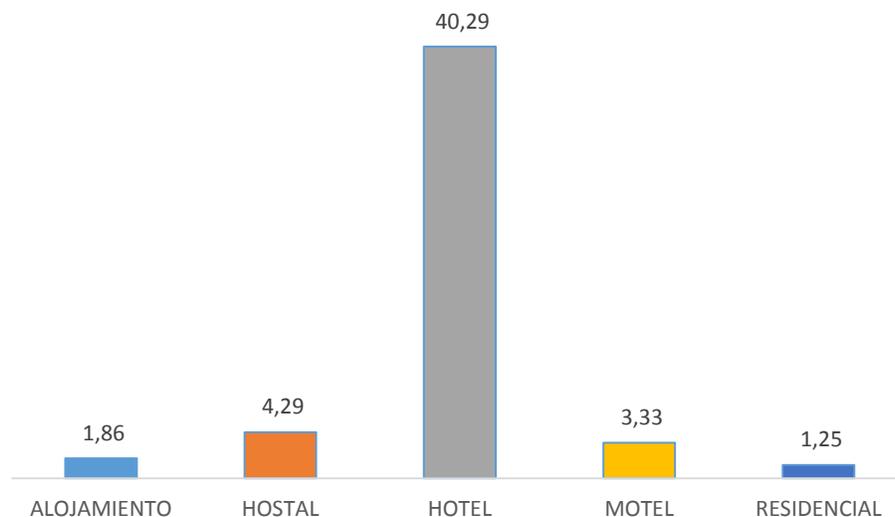
Tabla No. 96 Generación de residuos sólidos por tipo de hospedaje

ESTABLECIMIENTO	GEN KG/DIA	UNIVERSO	GEN TOTAL KG/DIA
ALOJAMIENTO	1,86	211	392,72
HOSTAL	4,29	52	223,08
HOTEL	40,29	104	4.190,16
MOTEL	3,33	14	46,62
RESIDENCIAL	1,25	13	16,26
TOTAL	51,02	394	4.868,84

Fuente: Elaboración propia

Las categorías restantes no presentan una cifra mayor al 10% cada una, teniendo a los alojamientos con 8.07%, los hostales el 4.58%, los moteles el 0.96% y las residenciales solo un 0.33%.

Gráfico No. 45 Generación por tipo de establecimiento de hospedaje (kg/establecimiento.día)



Fuente: Elaboración propia

Se adjunta al presente documento el ANEXO 3: Análisis de datos de fuente generadora de servicio de hospedajes - Rubro Comercial.

3.2.9. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS PROVENIENTES DE HOSPEDAJES

ESTABLECIMIENTO	GEN TOTAL KG/DIA	GENERACION TON/DIA	GENERACION TON/SEM	GENERACION TON/AÑO
ALOJAMIENTO	392,72	0,39	2,75	143,34
HOSTAL	223,08	0,22	1,56	81,42
HOTEL	4.190,16	4,19	29,33	1.529,41
MOTEL	46,62	0,05	0,33	17,02
RESIDENCIAL	16,26	0,02	0,11	5,94
TOTAL	4.868,84	4,87	34,08	1.777,13

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la categoría generación total de residuos y el universo proporcionado por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz se obtuvo un aproximado de generación por semana y año. En el cual se estima una generación anual de 1.777,13 toneladas de residuos provenientes de servicio de hospedajes y las categorías que se determinaron consigo.

3.2.9.1. Indicadores de generación

Tabla No. 97 Indicadores de generación en establecimientos de hospedaje por empleado y hospedado

TIPO HOSPEDAJE	GENERACION/HOSPEDAJE.DIA	GENERACION/EMPLEADO.DIA
ALOJAMIENTO	0,24	1,02
HOSTAL	0,29	1,19
HOTEL	0,76	0,76
MOTEL	0,13	0,52
RESIDENCIAL	0,18	0,82
PROMEDIO	0,34	1,00

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a un alojamiento se tiene una generación total de 0.245 kg por huésped atendido.
 En cuanto a un hostel se tiene una generación total de 0.305 kg por huésped atendido.
 En cuanto a un Hotel se tiene una generación total de 0.823 kg por huésped atendido.
 En cuanto a una residencial se tiene una generación total de 0.184 Kg por huésped atendido.
 En cuanto a un motel se tiene una generación total de 0.193Kg por huésped atendido.



RUBRO INSTITUCIONALES

3.2.10. CARACTERISTICAS GENERALES - INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS

Se determinaron 96 muestras para la fuente generadora, sin embargo, se logró trabajar con 97 muestras, siendo que consideran algunas muestras adicionales para asegurar el cumplimiento de la cantidad establecida.

La estrategia de intervención fue analizar por tamaño las instituciones a su vez se definió pesar la generación de instituciones privadas e instituciones públicas y realizar un análisis por la generación del establecimiento.

Tabla No. 98 Indicadores de generación en Instituciones.

Nº	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE LA INDUSTRIA	NRO. DE EMPLEADOS	DIA 1 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 2 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 3 PESO DE RESIDUOS (Kg)
1	INS-BAN-CCT-1	BANCO NACIONAL DE BOLIVIA	300	192,3	189,3	190,8
2	INS-BAN-CCT-2	BANCO BISA S.A.	370	27,81	27,01	26,41
3	INS-BAN-ANT-84	BANCO UNION	15	0,13	0,03	0,12
4	INS-BAN-ANT-85	BANCO SOL (SOLIDARIO)	26	0,08	26,083	1,59
5	INS-BAN-ANT-86	BANCO DE CREDITO (BCP)	12	1,29	1,04	
6	INS-AMA-ANT-89	AMASZONAS	10	0,75	0,14	0,64
7	INS-CCT-7	SWISS CONTAC	28	1,55	3,3	3,42
8	INS-CCT-8	AECID BOLIVIA	15	2,05	3,26	
9	INS-CCT-19	FUNDACION CANARU	5	2,56	0,16	
10	INS-CCT-47	CPEM	10	0,8		
11	INS-SUR-99	ICCO	25	1,99	5	2,04
12	INS-SUR-100	VIVENS S.R.L.	3	0,44	0,14	0,58
13	INS-SUR-98	OFICINA BAGO	60	8,25	8,09	11,46
14	INS-SUR-101	S Y T SEGURIDAD	8	3,15	2,84	2,75
15	INS-CCT-76	PÁGINA 7	7	2,16	1,02	
16	INS-CCT-77	LA RAZÓN	15	3,02		
17	INS-MIN-CCT-3	MINISTERIO DE JUSTICIA Y TRANSPARENCIA INSTITUCIONAL	180		12,58	
18	INS-MIN-CCT-4	MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS PÚBLICAS	800	76,62	69,88	73,25
19	INS-MIN-CCT-5	MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, CANCELLERIA BOLIVIANA	550	16,12	16,05	17,08
20	INS-MIN-CCT-6	MINISTERIO DE DEFENSA	1000	32,22	16,53	
21	INS-MIN-CCT-24	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA	45	3	2,5	2,6
22	INS-CCT-9	SUSTENTAR "UNIDAD DE PLANIFICACION"	8	0,45	0,07	1,26
23	INS-CCT-10	SUSTENTAR "UNIDAD DE PROYECTOS"	8	0,65	0,375	2,52
24	INS-CCT-11	SUSTENTAR "UNI. ADMINISTRACION FINANCIERA"	7	0,7	0,09	1,39
25	INS-CCT-12	SUSTENTAR "COORDINACIÓN"	2	0,35	0,29	0,42
26	INS-CCT-13	SERVICIO ESTATAL DE AUTONOMÍAS-SEA	30	1,04	2,42	
27	INS-CCT-14	AGENCIA DE INFRAESTRUCTURA EN SALUD Y EQUIPAMIENTOS AISEM	75	2,42	5,6	4,25
28	INS-CCT-15	UNIDAD INTEGRAL DE LUCHA CONTRA EL NARCOTRÁFICO- LIELICN	50	0,41	0,72	
29	INS-CCT-16	EMPODERAR	30	0,18	0,64	2,43
30	INS-CCT-17	SENASIR	150	18,45	6,72	14,7
31	INS-CCT-18	ABC	35	2,57	1,1	1,95
32	INS-CCT-20	PALACIO CONSISTORIAL CONSEJO MUNICIPAL	150	24,12	8,48	24,71
33	INS-CCT-21	PALACIO CONSISTORIAL AREA EJECUTIVO	400	5,66	14,11	6,176
34	INS-CCT-22	EDIFICIO DANTE	218	21,59	11,87	12,49
35	INS-CCT-23	AGENCIA MUNICIPAL PARA EL DESARROLLO TURISTICO EDIF. AVENIDA	7	0,67	1,76	0,28
36	INS-CCT-25	SOCIEDAD DE INGENIEROS BOLIVIA	14	2,92	0,66	
37	INS-CCT-26	BIBLIOTECA MUNICIPAL	21	0,9	0,53	2,35
38	INS-CCT-27	ARCHIVO DELA DIRECCION DE GESTION FINANCIERA	4	0,4	0,98	
39	INS-CCT-28	DIRECCION DE SALUD ASISTENCIA PÚBLICA	40	5,635	3,456	2,675
40	INS-CCT-29	ARCHIVO D.L.C. EDIF. SALSMANN	10	1	0,62	
41	INS-CCT-30	ADMINISTRACION TRIBUTARIA MUNICIPAL	30		1,23	1,92
42	INS-CCT-31	EDIF. TOBIA	480	17,02	42,56	
43	INS-CCT-32	UNIDAD DE FORMACION EN PRESTACION DE BIENES PAT.	62	5,03	10,34	1,74
44	INS-CCT-33	UNIDAD DE ESPACIOS ESCENICOS MUNICIPALES	3	1,965	1,2	
45	INS-CCT-34	UNIDAD DE ACTIVIDAD ECONÓMICO (PISO1)	17	2,401	0,98	1,2
46	INS-CCT-35	DIRECCION COMPETITIVIDAD Y EMPRENDIMIENTO (PISO2)	8	1,27	0,795	0,73
47	INS-CCT-36	UMIS	24	1,83	1,052	4,34
48	INS-CCT-37	UMI MANTENIMINETO DE INFRAESTRUCTUTA URBANA	30	2,17	2,67	1,48
49	INS-CCT-38	TEATRO MODESTA SANJINES Y OF. ADMINISTRATIVA CASA DE LACULTURA	85		4,85	2,77

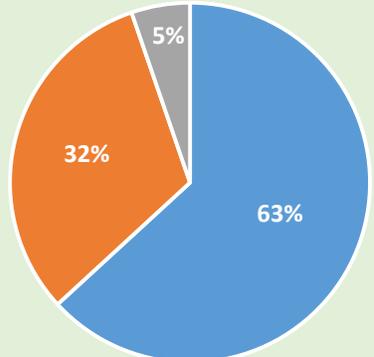
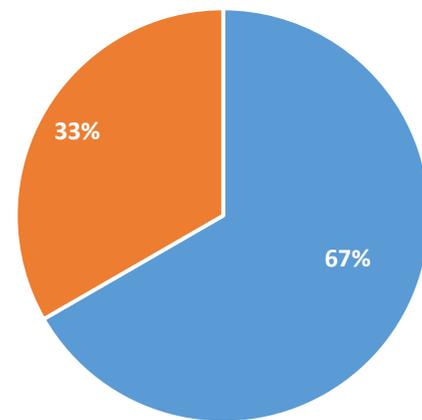
N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE LA INDUSTRIA	NRO. DE EMPLEADOS	DIA 1 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 2 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 3 PESO DE RESIDUOS (Kg)
50	INS-CCT-39	UNIDAD GESTORA DE PROCESOS DE REGULACION DE EDIFICACIONES	20		0,625	2,29
51	INS-CCT-40	PLATAFORMA INTEGRAL DE ATENCION CUIDADANA	25		1,85	2,705
52	INS-CCT-41	DEPOSITO DE COMISIOS DE OBJETOS	2		0,21	
53	INS-CCT-42	UNIDAD DE INFANCIA NIÑEZ Y ADOLESCENCIA	15		0,56	
54	INS-CCT-43	INTENDENCIA Y OFICINAS DE ADMINISTRACION DE MERCADO	20	1,9	0,815	
55	INS-CCT-44	UNIDAD DE LA GUARDIA MUNICIPAL SUB SUELO NIVEL 1	35	2,65	1,54	
56	INS-CCT-45	CENTRO DE JOVENES DE EMPLEO	4			1,49
57	INS-CCT-46	SUB ALCALDIA CENTRO	250	13,38	12,74	28,74
58	INS-CCT-48	LA PAZ MARAVILLA	22	1,56	0,29	22,473
59	INS-CCT-49	EDIFICIO TEATRO AL AIRE LIBRE	35	0,39	0,28	
60	INS-CCT-50	TEATRO MUNICIPAL 6 DE AGOSTO(OFICINA ADMINISTRATIVA)	8	1,85	1,5	2,15
61	INS-CCT-51	TEATRO CINE MUNICIPAL 6 DE AGOSTO (PLANTA BAJA)	5	3,45	0,95	1,75
62	INS-CCT-52	DIRECCION DE SUPERVISIONES DE OBRAS (PLANTA BAJA)	12	1,41	0,37	1,19
63	INS-CCT-53	DIRECCION DE SUPERVISIONES DE OBRAS (UNIDAD DE SUPERVICION ESPECIALIZADA)	17	1,01	1,05	1,5
64	INS-CCT-54	DIRECCION DE SUPERVISIONES DE OBRAS (UNIDAD DE CONTROL Y CALIDAD)	11	0,66	0,85	0,46
65	INS-CCT-55	FISCALIZACION DE OBRAS Y SERVICIOS	43	1,23	1,32	1,6
66	INS-CCT-56	DIRECCION DE COORDINACION DE POLÍTICAS DE IGUALDAD	54	0,97	2,59	2,81
67	INS-CCT-57	PLATAFORMA INTEGRAL DE ATENCION CUIDADANA	7		0,08	0,075
68	INS-CCT-59	DIRECCION DE MERCADOS	60	2,36	3,56	
69	INS-CCT-60	OF. SERMAT	15	2,63	3,21	
70	INS-CCT-61	LA CASA DEL POETA	3	2,55	1,06	
71	INS-CCT-62	PROGRAMA BARRIOS Y COMUNIDADES DE VERDAD	87	11	7	6
72	INS-CCT-63	SECRETARIA MUNICIPAL DE MOVILIDAD	60		20	18
73	INS-CCT-64	ALBERGUE INTEGRAL PARA MUJERES VICTIMAS DE VIOLENCIA	16	55	95	30
74	INS-CCT-65	DIRECCION DE DEFENSORIA MUNICIPAL	8	1,35	0,4	
75	INS-CCT-66	SUB ALCALDIA PERIFÉRICA	60	1,37	5,12	
76	INS-CCT-67	SUB ALCALDIA ZONGO	20	2,51	3,76	
77	INS-CCT-68	LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES	8	0,24	2,03	
78	INS-CCT-69	DIRECCION GENERAL SISTEMA INTEGRAL TRANSPORTE	117	5,4	8,5	
79	INS-CCT-70	UNIDAD DE SERVICIOS ELECTRICOS Y SEMAFORIZACION	60	3,185	21	25
80	INS-CCT-71	SUB ALCALDIA MAX PAREDES	10	2,27	2,635	3,935
81	INS-CCT-72	OFICINA DE INFORMACION TURISTICA	2		0,727	0,45
82	INS-CCT-73	UNIDAD DE FISCALIZACION TELEC. Y TRANSPORTES	2		0,45	0,98
83	INS-CCT-74	UNACE	37		1,46	1,88
84	INS-CCT-75	MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA	15		0,48	3,545
85	INS-CCT-78	CENTRO DE COMUNICACIONES LA PAZ	2500	368	418	
86	INS-CCT-80	DELEGACION PACTO FISCAL Y AUTONÓMICO	3	0,165	0,16	
87	INS-CCT-81	UNIDAD ORGANIZACIONALES GAMLP INMUEBLES-SITRAM-PB	35		0,74	0,7
88	INS-CCT-82	UNID. ORGANIZACIONAL GAMLP SECCION VEHICULOS-P1	40		1,12	2,66
89	INS-CCT-83	UNID. ORGANIZACIONAL GAMLP SECCION DE FISCALIZACION-P2	38		1,83	1,05
90	INS-CCT-84	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP UNIDAD DE PLANIFICACION-P3	52		1,33	2,68
91	INS-CCT-85	UNID. ORGAIACIONAL GAMLP SEAT-P4	54		1,5	1,94
92	INS-CCT-86	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP TRANSPARECIA-P5	80		1,84	1,17
93	INS-CCT-87	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP ASESORIA LEGAL-P6	37		1,5	0,98
94	INS-CCT-88	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP FINANZAS-P7	40		1,02	0,86
95	INS-CCT-89	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP GESTION FINANCIERA-P8	40		1,59	1,58
96	INS-POL-ANT-88	POLICIA TURISTICA	8		0,07	0,47
97	INS-ANT-90	UNIDAD ORGANIZACIONAL GAMLP SOPORTE TÉCNICO-P9,P10	46		3,56	1,84

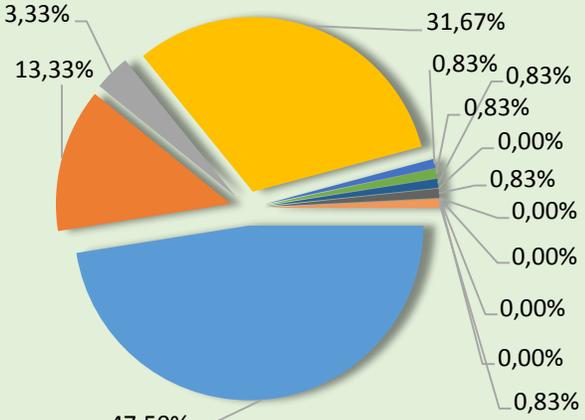
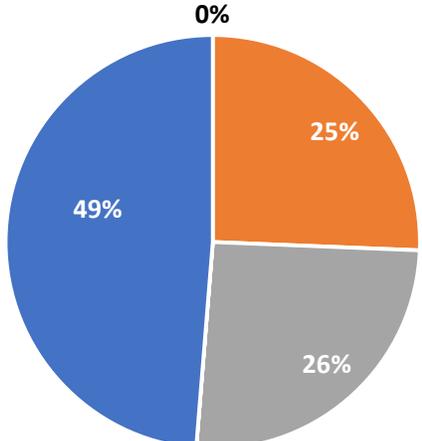
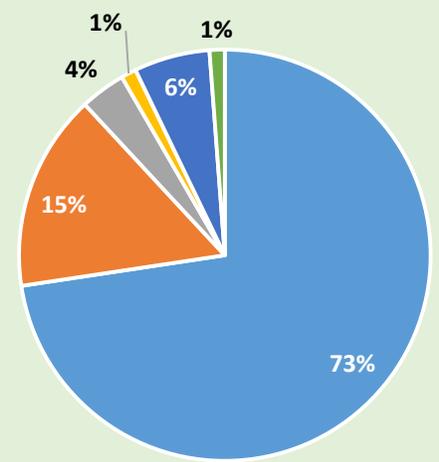
De acuerdo al formulario de pesaje, en la cual se fue registrando el peso generado por día tanto en entidades privadas y entidades públicas; por lo cual según la tabla anterior en la cual se ve la mayor generación de residuos en instituciones privadas puesto que la cantidad de empleados en 2 entidades bancarias. En instituciones públicas se tiene de igual manera una mayor generación de residuos debido a cantidad de empleados en cada institución.

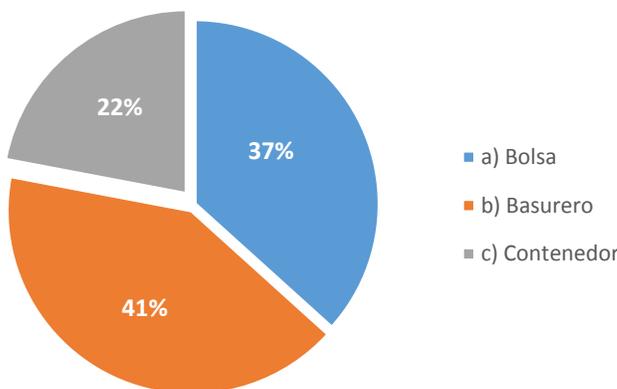
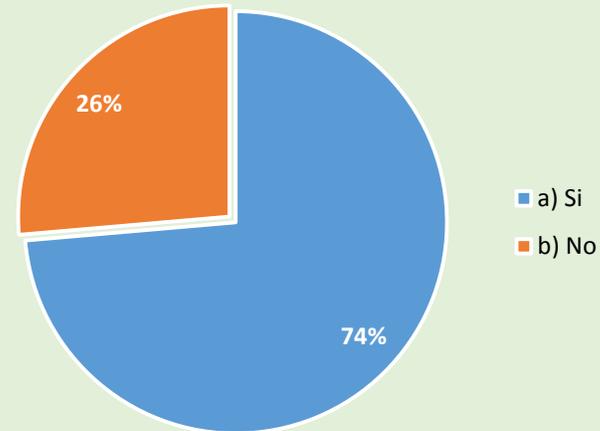
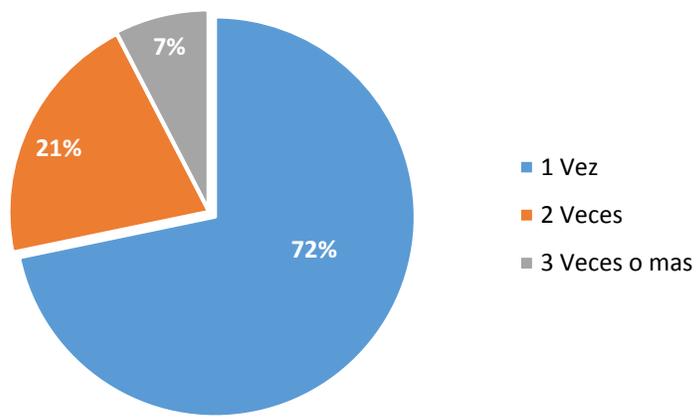
3.2.10.1. Resultados de aplicación en fuente institucional

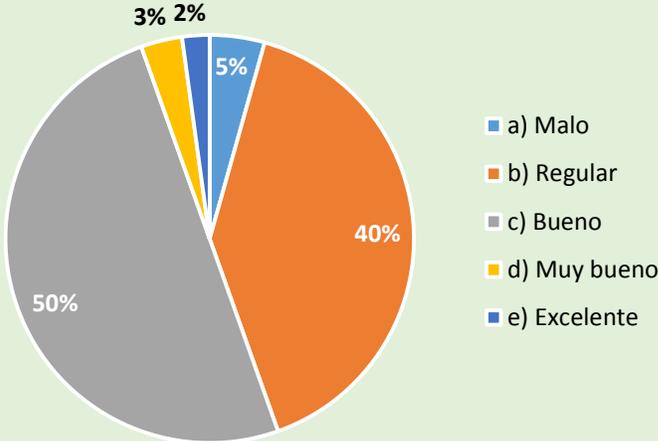
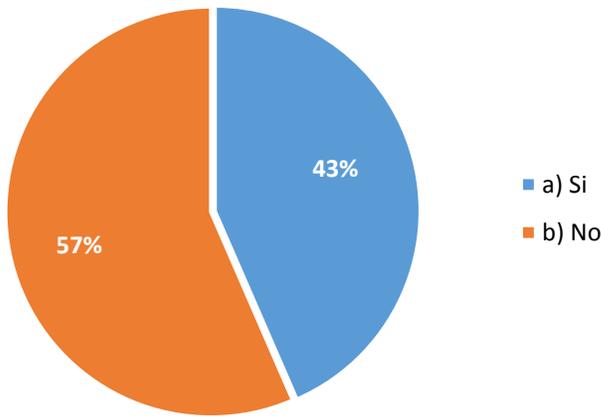
Los formularios de encuestas en fuente institucional fueron aplicados el primer día de trabajo de campo, se trabajó con cada establecimiento de cada punto que fue tomado como muestra, con los siguientes resultados:

Tabla No. 99 Resultados de aplicación de encuestas en instituciones

No	PREGUNTA	RESULTADO
1	¿Quién se encarga de los residuos en su institución?	<p>Gráfico No. 46 ¿Quién se encarga de los residuos en su industria?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Servicio de limpieza privado ■ b) Personal propio ■ c) Otro...
2	¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?	<p>Gráfico No. 47 ¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Si ■ b) No

3	¿Cuáles son los materiales que usted separa?	<p>Gráfico No. 48 ¿Cuáles son los materiales que usted separa?</p>  <ul style="list-style-type: none"> a) Papel b) Cartón c) Periódico d) Plástico e) Hule f) Vidrio g) Lata
4	¿Por qué razón no lo separa?	<p>Gráfico No. 49 ¿Por qué razón no lo separa?</p>  <ul style="list-style-type: none"> a) Porque no sabe como separarla b) Porque no hay opciones de recolección separada c) Porque no sabe para que separarla d) Porque considera que es un gasto
5	¿Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento?	<p>Gráfico No. 50 ¿Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento?</p>  <ul style="list-style-type: none"> a) Contenedores Municipales b) Operador Privado c) Asociación de recuperadores d) Disposición Propia e) Punto de isla verde f) Otros...

6	<p>Describe las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento</p>	<p>Gráfico No. 51 Describe las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Unidad</th> <th>Cantidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Bolsa</td> <td>37%</td> </tr> <tr> <td>b) Basurero</td> <td>41%</td> </tr> <tr> <td>c) Contenedor</td> <td>22%</td> </tr> </tbody> </table>	Unidad	Cantidad (%)	a) Bolsa	37%	b) Basurero	41%	c) Contenedor	22%
Unidad	Cantidad (%)									
a) Bolsa	37%									
b) Basurero	41%									
c) Contenedor	22%									
7	<p>¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?</p>	<p>Gráfico No. 52 ¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Cantidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Si</td> <td>74%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>26%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Cantidad (%)	a) Si	74%	b) No	26%		
Respuesta	Cantidad (%)									
a) Si	74%									
b) No	26%									
8	<p>¿Cuántas veces al día sacan la basura?</p>	<p>Gráfico No. 53 ¿Cuántas veces al día sacan la basura?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Cantidad (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Vez</td> <td>72%</td> </tr> <tr> <td>2 Veces</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>3 Veces o mas</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencia	Cantidad (%)	1 Vez	72%	2 Veces	21%	3 Veces o mas	7%
Frecuencia	Cantidad (%)									
1 Vez	72%									
2 Veces	21%									
3 Veces o mas	7%									

9	¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?	<p>Gráfico No. 54 ¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Calificación</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Malo</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>b) Regular</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>c) Bueno</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>d) Muy bueno</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>e) Excelente</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table>	Calificación	Porcentaje	a) Malo	5%	b) Regular	40%	c) Bueno	50%	d) Muy bueno	3%	e) Excelente	2%
Calificación	Porcentaje													
a) Malo	5%													
b) Regular	40%													
c) Bueno	50%													
d) Muy bueno	3%													
e) Excelente	2%													
10	¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura)?	<p>Gráfico No. 55 ¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura)?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Si</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>57%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Si	43%	b) No	57%						
Respuesta	Porcentaje													
a) Si	43%													
b) No	57%													

Los resultados de la aplicación de encuestas a instituciones arrojan los siguientes resultados:

La gestión de residuos en un 84% nos indica que la limpieza se realiza a través de un servicio privado y el 15% se encarga el personal de limpieza. La separación de sus residuos reciclables o aprovechables alrededor de un 67% y un 33% no realiza la separación de residuos. Así mismo la separación de los distintos materiales muestran un 56% de distintos residuos, un 35% de papel, 5% de residuo plástico y un 4% cartón. Un 49% indica que no realiza la separación de residuos a causa del tiempo, y un 26% porque no sabe cómo separarla y un 25% indican que no existe opciones de recolección diferenciada, lo cual sugieren implementar más puntos de recolección de residuos diferenciada.

Sobre la modalidad de disposición de los residuos que se generan en instituciones se sabe que un 73% lleva sus residuos a contenedores municipales del Gobierno Municipal de La Paz, mientras que un 1 y solo el 6% evacua sus residuos en punto Isla Verde. Por otra parte, sobre el conocimiento de la empresa

prestadora del servicio de aseo urbano en el municipio de La Paz, se sabe que un 73% de las instituciones conocen el nombre de esta empresa.

También se indago sobre cuantas veces al día las instituciones sacan sus residuos para disposición donde los resultados informan que en un 72% de las instituciones encuestadas sacan sus residuos una vez al día. Sobre la calificación que otorgan las instituciones a la calidad del servicio de aseo urbano en el municipio paceño, se informa que un 50% de las instituciones califican el servicio como bueno, un 40% como regular, un 5% como malo y un 3% muy bueno. También se indago sobre la información que la institución recibió respecto a la importancia de la adecuada separación de residuos, donde los resultados obtenidos muestran que un 57% de las instituciones no ha recibido información respecto al manejo de residuos y un 43% si recibió dicha información.

3.2.11. GENERACIÓN DE RESIDUOS DE FUENTE INSTITUCIONAL PÚBLICAS Y PRIVADAS

Con un total de 97 establecimientos institucionales en diferentes distritos municipales contempla categorías como entidades financieras, instituciones privadas y públicas.

Tabla No. 100 Generación de residuos sólidos kg/día en fuente institucional

NIVEL/CATEGORÍA	GENERACIÓN/PESO KG/DIA
INSTITUCIONES PRIVADAS	18,88
INSTITUCIONES PÚBLICAS	10,21

Fuente: Elaboración propia

Para estimar la generación diaria de instituciones privadas, consideramos un universo de 872, contemplando bancos, fundaciones, organizaciones sin fines de lucro, medios de comunicación, y otros, para el universo de instituciones públicas se consideran los ministerios, entidades públicas del estado central, oficinas del gobierno municipal y departamental.

Tabla No. 101 Generación de residuos sólidos en instituciones públicas y privadas

TIPO ESTABLECIMIENTO	GEN KG/INSTITUCIÓN.DIA	CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTO-UNIVERSO	GEN KG/DIA
INSTITUCIONES PRIVADAS	18,88	872	16.463,4
INSTITUCIONES PUBLICAS	10,21	342	3.491,8
TOTAL	29,09	1214	19.955,2

Fuente: Elaboración propia

Se adjunta al presente documento el ANEXO 4: Análisis de datos de fuente generadora Instituciones públicas y privadas – Rubro institucional.

3.2.12. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS DE FUENTE INSTITUCIONAL

Para realizar la proyección de la generación de residuos sólidos de fuente institucional, clasificamos en instituciones privadas 16,46 Ton/día e instituciones públicas generan 3,49 Ton/día. Al año significa 7283,64 ton/año.

Tabla No. 102 Proyección anual de la generación de residuos en fuente institucional

TAMAÑO DE INSTITUCIÓN	KG/DIA	TON/DIA	TON/SEMANA	TON/AÑO
INSTITUCIONES PRIVADAS	16463,36	16,46	115,24	6009,13
INSTITUCIONES PÚBLICAS	3491,82	3,49	24,44	1274,51
TOTAL	19955,18	19,96	139,69	7283,64

Fuente: Elaboración propia

3.2.12.1. Análisis de indicadores de residuos de fuente institucional

Para la determinación de residuos producidos por día en instituciones de la ciudad, se multiplicará la cantidad de entidades de cada subcategoría por el indicador unitario kg/institución. Día, la siguiente tabla se tienen identificados con sus respectivos valores, dando una generación diaria de 0,15 kg/funcionario. día.

Tabla No. 103 Análisis de indicadores de la generación de residuos de fuente institucional

INSTITUCIONES	NRO DE INSTITUCIÓN (Kg/funcionario. Día)
INSTITUCIONES PRIVADAS	0,16
INSTITUCIONES PÚBLICAS	0,13
PROMEDIO TOTAL	0,15

Fuente: Elaboración propia

3.2.13. CARACTERÍSTICAS GENERALES - UNIDADES EDUCATIVAS

La cantidad de establecimientos educativos a trabajar son 75 muestras. Se consideran muestras adicionales para cumplir con las requeridas en el cálculo muestral.

La estrategia de intervención fue analizar por tamaño los establecimientos educativos a su vez se definió pesar la generación en universidades, institutos y unidades educativas. Así mismo realizar un análisis por la generación de la cantidad de alumnos y establecimiento en institutos.

Tabla No. 104 Análisis de indicadores de la generación de residuos de fuente Establecimientos educativos.

N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE UNIDAD EDUCATIVA	CANTIDAD DE ALUMNOS	DIA DE PESAJE 1	DIA DE PESAJE 2	DIA DE PESAJE 3
1	EE-UNI-SUR-64	UNIVERSIDAD CATOLICA BOLIVIANA	6950	25,95	24,28	23,61
2	EE-UNI-SUR-66	ESCUELA SUPERIOR DE FORMACION DE MAESTROSS.N.	700	7,26	12,55	11,45
3	EE-UNI-SUR-67	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES "CARRERA FISICA"	350	1,99	10,36	4,02
4	EE-UNI-ANT-55	UNIVERSIDAD LOYOLA	200	3,64	2,26	
5	EE-UNI-ANT-56	UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR	100			1,63
6	EE-INST-CCT- 1	NATURAL ENGLISH	200	0,42	4,4	3,41
7	EE-INST-CCT- 2	INSTITUO TECNICO COMERCIAL INCOS	815	2,95	5,76	8,97
8	EE-INST-CCT- 3	INSTITUTO TÉCNICO COLUMBIA	150	1,53	3,64	2,63
9	EE-INST-CCT- 5	INSTITUTO ALFA	500	0,35	4,02	3,18
10	EE-INST-ANT- 53	CENTRO DE PROMOCION Y ARTE	60	8,47		
11	EE-INST-ANT- 54	INSTITUTO TECNICO NUEVA BOLIVIA	100	0,86	5,64	3,34
12	EE-UE-SUR-82	INSTITUTO AMERICANO OBRAJES	560	0,9	8,47	21,45
13	EE-EU-CCT-6	U.E. LA PAZ "A"	657	18,75	6,02	
14	EE-EU-CCT-7	U.E. REPÚBLICA DEL PERÚ	246	2,35	3,11	

N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE UNIDAD EDUCATIVA	CANTIDAD DE ALUMNOS	DIA DE PESAJE 1	DIA DE PESAJE 2	DIA DE PESAJE 3
15	EE-EU-CCT-8	INICIANDO AVENTURAS	40	1,44	2,18	3,81
16	EE-EU-CCT-9	U.E.GERMAN BUSCH "B"	920	10,2	18,54	18,54
17	EE-EU-CCT-10	U.E, SAN SIMON AYACUCHO "A"	781	10,63	0,595	0,595
18	EE-EU-CCT-11	U.E.LA PAZ "B"	578	1,11	4,06	4,17
19	EE-EU-CCT-13	U.E. REPÚBLICA DEL ECUADOR	187		7,46	7,06
20	EE-EU-CCT-14	U.E. VENEZUELA "C"	527	18,84	27,53	27,53
21	EE-EU-CCT-15	U.E. ISMAEL MONTES	446	6,55	4,37	4,37
22	EE-EU-CCT-16	U.E. MACARIO PINILLA	394	7,35	6,06	5,71
23	EE-EU-CCT-17	U.E. REPÚBLICA DE COLOMBIA	199	5,26	13,92	10,59
24	EE-EU-CCT-18	U.E. MAX PAREDES I	280		9,92	9,88
25	EE-EU-CCT-19	U.E. JOSE MARTI	760		8,98	19,76
26	EE-EU-CCT-20	U.E LIA CHOPITEA DE RODRIGUEZ	253	6,3	10,53	
27	EE-EU-CCT-22	U.E. EL JARDIN	81		3,37	3,25
28	EE-EU-CCT-23	U.E. SAGRADOS CORAZONES	1500		186,56	139,92
29	EE-EU-CCT-26	KINDER ACUARELA	85		7	10,99
30	EE-EU-CCT-27	U.E. GERMAN BUSCH "A"	792	4,765	6,38	
31	EE-EU-CCT-28	U.E. JUANCITO PINTO	240		4,67	5,26
32	EE-EU-CCT-29	U.E. VENEZUELA "B"	252	7,25	5,3	
33	EE-EU-CCT-30	U.E. LUIS CRESPO	470	6,27	7,02	6,65
34	EE-EU-CCT-31	U.E. BOLIVIA II	568	9,54	15,75	9,64
35	EE-EU-MXP-32	U. EDUCATIVA REPÚBLICA ALEMANIA	802	11,17	11,185	11,145
36	EE-EU-MXP-33	U. EDUCATIVA GUALBERTO VILLAROEEL	948	26,185	26,57	28,555
37	EE-EU-MXP-34	U. EDUCATIVA PARAGUAY	785	19,255	16,075	6,75
38	EE-EU-MXP-35	COLEGIO ITALO	750	10,8	23,29	21,361
39	EE-EU-MXP-36	U. EDUCATIVA 16 DE JULIO	504	6,076	10,3	11,395
40	EE-EU-MXP-37	U. EDUCATIVA EDUARDO ABAROA	479	6,04	5,04	3,05
41	EE-EU-MXP-38	U. EDUCATIVAGRAL. JOSE MANUEL PANDO	315	2,55	3,295	1,01
42	EE-EU-MXP-39	COLEGIO FRANZ TAMAYO	615	13,255	12,07	4,13
43	EE-EU-MXP-40	COLEGIO PARROQUIAL SAN JOSE	700	6,615	9,125	14,545
44	EE-EU-PER-47	U.E.DAVID PINILLA	320	3,16	16,11	9,41
45	EE-EU-PER-48	U.E. JHON F. KENEDDY	450	3,84	10,48	13,24
46	EE-EU-PER-49	U.E DE FRANCIA	538	12,78	11,18	17,63
47	EE-EU-PER-50	U.E BOLIVIANO HOLANDES	110	1,47	2,9	2,18
48	EE-EU-PER-51	U.E PEREZ DE SAAVEDRA	230	4,12	5,52	4,61
49	EE-UE-ANT-57	COLEGIO EVANGELICO NORUEGO BOLIVIANO "A"	550	3,49	7,58	8,16
50	EE-UE-ANT-58	COLEGIO EVANGELICO NORUEGO BOLIVIANO "B"	540		8,24	7,25
51	EE-UE-ANT-59	U.E. HUGO DAVILA "B"	1000	7,32	4,69	
52	EE-UE-ANT-60	KINDER ALFREDO GUILLEN PINTO	380	4,77	2,41	
53	EE-UE-ANT-61	U.E. PILOTO ADHEMAR (TURNO TARDE)	1035		4,26	3,15
54	EE-UE-ANT-62	U.E. NACIONES UNIDAS (TURNO MAÑANA)	1030	7,07	1,87	4,16
55	EE-UE-ANT-63	U.E. DORA SMICHTH "B"	266	2,06	3,21	4,85
56	EE-UE-ANT-64	U.E. GEORGES POUMA	60	0,65	2,1	1,25
57	EE-UE-ANT-65	U.E. MAX VALDIVIA (TURNO TARDE)	300	0,64	1,1	
58	EE-UE-ANT-66	U.E. FELIPE DE GUZMAN	200	2,74	5,17	0,74
59	EE-UE-SUR-68	U. EDUCATIVA JULIO CESAR PATIÑO D-INICIAL	80	6,29	4,68	5,27
60	EE-UE-SUR-69	U.E. JULIO CESAR PATIÑO C-TARDE	535	14,51	15,45	23,78
61	EE-UE-SUR-70	U.E. SANTA ROSA "LA FLORIDA"	315	6,81	6,95	7,16
62	EE-UE-SUR-71	U.E. ARROZ CON LECHE	50	4,02	4,77	4,04
63	EE-UE-SUR-72	U.E. LUXEMBURGO	300	6,49	5,33	6,11
64	EE-UE-SUR-73	U.E. JESUS DIVINO MAESTRO	60	4,83	4,67	5,28
65	EE-UE-SUR-74	U.E. RENE BARRIENTOS	587	5,55	6,95	12,15
66	EE-UE-SUR-75	U.E. LA FLORIDA "A"	330	3,61	5,33	8,73
67	EE-UE-SUR-76	U.E. HERSCHEL "A"	521	12,81	11,4	7,8
68	EE-UE-SUR-77	U.E. HERSCHEL "B"	100	1,85	2,44	11,12

N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE UNIDAD EDUCATIVA	CANTIDAD DE ALUMNOS	DIA DE PESAJE 1	DIA DE PESAJE 2	DIA DE PESAJE 3
69	EE-UE-SUR-78	U.E. ACUARELA	10	3,36	1,7	2,34
70	EE-UE-SUR-79	U.E. HERSCHEL "C"	241	2,56	4,29	4,94
71	EE-UE-SUR-80	KINDER MARIA AUXILIADORA	60	8,84	6,37	7,83
72	EE-UE-SUR-81	U.E. LINDENMAN "A"	530	13,53	8,78	17,52
73	EE-UE-SUR-83	U.E. GRAN BRETAÑA "A"	310	6,15	6,5	3,97
74	EE-UE-SUR-84	U.E. 6 DE JUNIO	430	10,74	11,07	10,04
75	EE-UE-SUR-85	U.E. GRAN BRETAÑA "B"	250	2,59	5,49	2,09

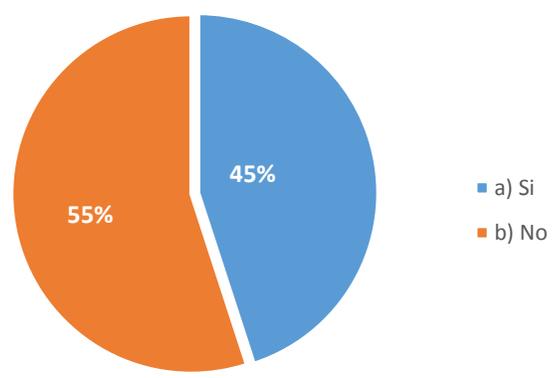
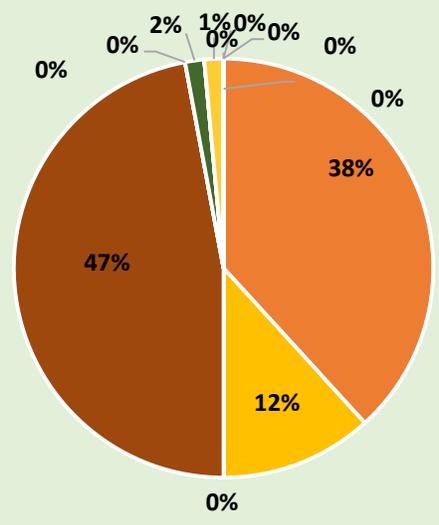
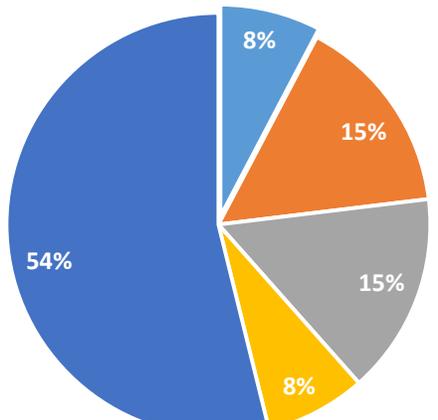
De acuerdo al formulario de pesaje, en la cual se fue registrando el peso generado por día. La mayor generación de residuos registradas durante la operación fue en unidades educativas, por lo cual se puede analizar que la generación depende de la cantidad de estudiantes en cada establecimiento educativo, seguidamente las universidades que registran un peso mayor por la cantidad de estudiantes registrados. La mayor cantidad de establecimientos educativos funcionan de lunes a viernes, así mismo se tiene las universidades e institutos que desarrollan actividades académicas hasta el día sábado en la cual, el personal de limpieza (portera) realiza la evacuación de residuos. Así mismo la generación de residuos registradas no son habitualmente según la tabla de pesaje que se muestra anteriormente, puesto que se tuvo percances en la circulación de vehículos de recolección de muestras puesto que se presentó problemas en la coyuntura social de nuestro país, que de alguna manera redujo de alguna manera el peso total por día.

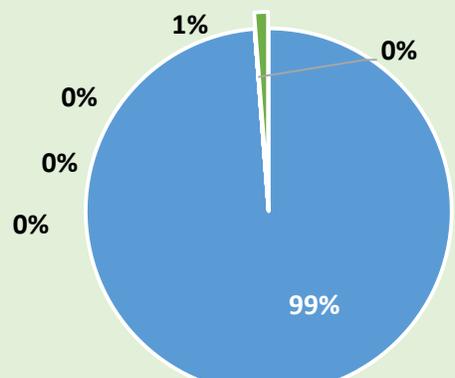
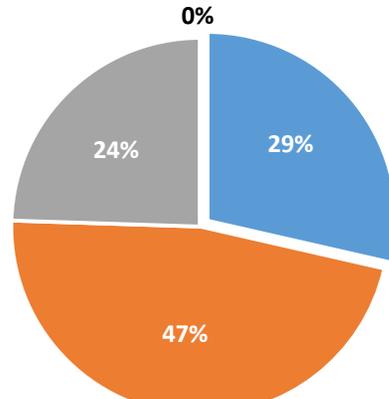
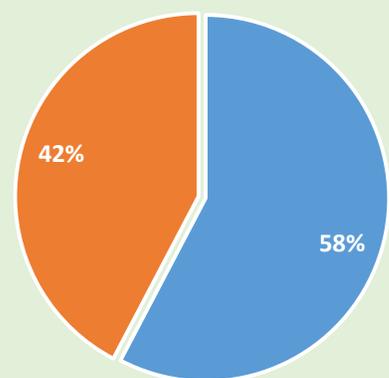
3.2.13.1. Resultados de aplicación de encuestas

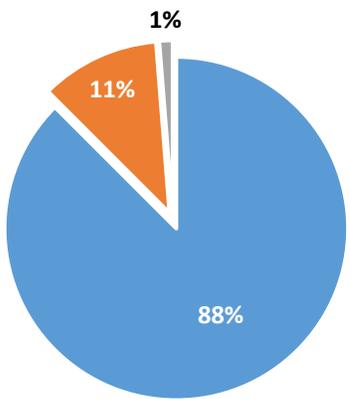
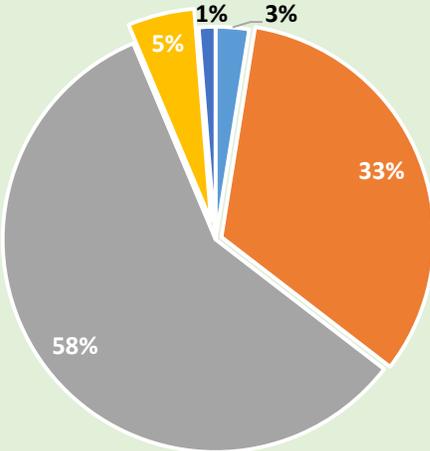
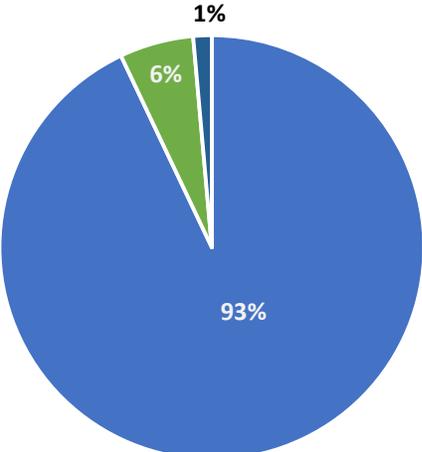
Los formularios de encuestas en establecimientos educativos fueron aplicados el primer día de trabajo de campo, se trabajó con cada establecimiento de cada punto que fue tomado como muestra, se aplicaron 79 muestras con los siguientes resultados:

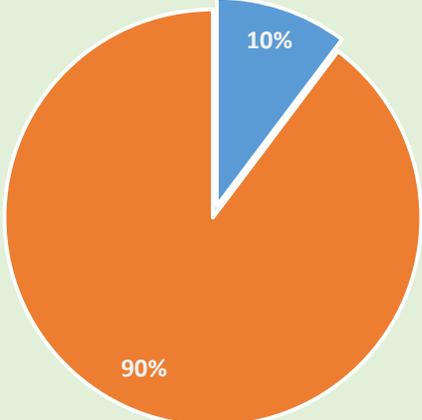
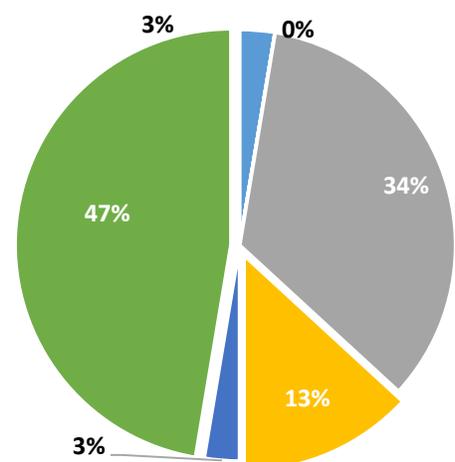
Tabla No. 105 Resultados de aplicación de encuestas en establecimientos educativos

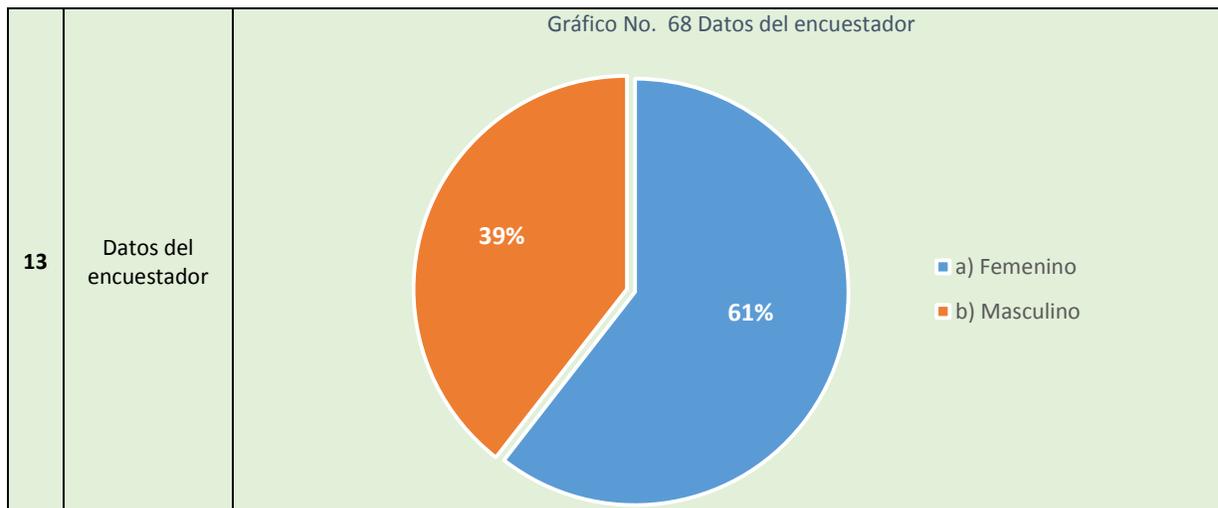


2	¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?	<p>Gráfico No. 57 ¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Si</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>55%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Si	45%	b) No	55%																								
Respuesta	Porcentaje																															
a) Si	45%																															
b) No	55%																															
3	¿Cuáles son los materiales que usted separa?	<p>Gráfico No. 58 ¿Cuáles son los materiales que usted separa?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Materiales</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Papel</td> <td>38%</td> </tr> <tr> <td>b) Cartón</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>c) Periódico</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>d) Plástico</td> <td>47%</td> </tr> <tr> <td>e) Hule</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>f) Vidrio</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>g) Lata</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>h) Cobre</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>i) Metal</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>j) Baterías</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>k) Llantas</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>l) Restos de alimentos</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>m) Restos de jardín</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>n) Otros</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table>	Materiales	Porcentaje	a) Papel	38%	b) Cartón	12%	c) Periódico	0%	d) Plástico	47%	e) Hule	0%	f) Vidrio	0%	g) Lata	0%	h) Cobre	0%	i) Metal	0%	j) Baterías	0%	k) Llantas	0%	l) Restos de alimentos	0%	m) Restos de jardín	0%	n) Otros	2%
Materiales	Porcentaje																															
a) Papel	38%																															
b) Cartón	12%																															
c) Periódico	0%																															
d) Plástico	47%																															
e) Hule	0%																															
f) Vidrio	0%																															
g) Lata	0%																															
h) Cobre	0%																															
i) Metal	0%																															
j) Baterías	0%																															
k) Llantas	0%																															
l) Restos de alimentos	0%																															
m) Restos de jardín	0%																															
n) Otros	2%																															
4	¿Por qué razón no lo separa?	<p>Gráfico No. 59 ¿Por qué razón no lo separa?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Razón</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Porque no sabe como separarla</td> <td>54%</td> </tr> <tr> <td>b) Porque no hay opciones de recolección separada</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>c) Porque no sabe para que separarla</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>d) Porque considera que es un gasto</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Razón	Porcentaje	a) Porque no sabe como separarla	54%	b) Porque no hay opciones de recolección separada	15%	c) Porque no sabe para que separarla	8%	d) Porque considera que es un gasto	8%																				
Razón	Porcentaje																															
a) Porque no sabe como separarla	54%																															
b) Porque no hay opciones de recolección separada	15%																															
c) Porque no sabe para que separarla	8%																															
d) Porque considera que es un gasto	8%																															

5	¿Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento?	<p>Gráfico No. 60 ¿Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Contenedores Municipales ■ b) Operador Privado ■ c) Asociación de recuperadores ■ d) Disposición Propia ■ e) Punto de isla verde ■ f) Otros...
6	Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento	<p>Gráfico No. 61 Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Bolsa ■ b) Basurero ■ c) Contenedor ■ d) Otros
7	¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?	<p>Gráfico No. 62 ¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Si ■ b) No

8	¿Cuántas veces al día sacan la basura?	<p>Gráfico No. 63 ¿ Cuántas veces al día sacan la basura?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) 1 Vez ■ b) 2 Veces ■ c) 3 Veces o mas
9	¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?	<p>Gráfico No. 64 ¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Malo ■ b) Regular ■ c) Bueno ■ d) Muy bueno ■ e) Excelente
10	¿Cuántos días por semana funciona su actividad? (marque los días que funciona)	<p>Gráfico No. 65 ¿Cuántos días por semana funciona su actividad? (marque los días que funciona)</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Lunes ■ b) Martes ■ c) Miercoles ■ d) Jueves ■ e) Viernes ■ f) Sábado ■ g) Domingo

11	¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura))	<p>Gráfico No. 66 ¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura))</p>  <p>■ Si ■ No</p>
12	¿A través de que medio usted?	<p>Gráfico No. 67 ¿A través de que medio usted?</p>  <p>■ a) Periódico ■ b) Radio ■ c) Reuniones ■ d) Television ■ e) Folletos/o Carteles ■ f) Otros...(Alcaldía)</p>



La gestión de residuos en establecimientos educativos está claramente definida, cuentan en su mayoría con un personal propio (porteros) que alcanza un 89%, y solo un 11% cuenta con servicio privado de limpieza. El aprovechamiento de residuos de cartón y solo el 2% alcanza a un 45% y el 55% indica que no realiza el aprovechamiento de los residuos en establecimientos educativos. Los porcentajes de separación de residuos nos indica que el 38% separa papel, 47% plástico (incluyendo a envolturas de desayuno escolar, las cuales son recolectadas por el Municipio para su posterior aprovechamiento) el 12% como residuos otros, 1% cartón y solo el 2% como restos de alimentos. En un 99% en contenedores municipales, a su vez estos residuos son almacenados en basureros en un 49%, las cuales en su mayoría se evacua 1 vez por día que representa el 70% del total de los establecimientos educativos.

Al ser establecimientos educativos ya establecidas, las actividades económicas sí conocen al prestador de servicio de aseo urbano, así como su frecuencia de recolección; de igual manera califican, en su mayoría, como un servicio de aseo urbano y vías públicas bueno.

Por este motivo no tienen muchas sugerencias para mejorar el mismo, en menor porcentaje se sugiere implementar estrategias de educación y contenedores diferenciados.

3.2.14. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS DE ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS

Las generaciones de residuos de establecimientos de unidades educativas en donde se contempla las categorías de universidades, institutos y unidades educativas.

Tabla No. 106 Generación de residuos sólidos kg/día en establecimientos educativos

NIVEL/CATEGORÍAS	GENERACIÓN KG/DIA
UNIVERSIDADES	0,01232
INSTITUTOS	0,02309
UNIDADES EDUCATIVAS	0,03120
TOTAL GENERADO	0,06661

Fuente: Elaboración propia

Se adjunta al presente documento el ANEXO 5: Análisis de datos de fuente generadora Unidades Educativas – Rubro Institucional

3.2.15. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVAS

Para realizar la proyección de la generación de residuos sólidos en establecimientos educativos, se subcategoriza en universidades el cual tiene una generación de 1,52 Ton/día, institutos que generan 0,85 Ton/día y las unidades educativas con una generación de 6,11 Ton/día. Al año significa 2.205,38 ton/año.

Tabla No. 107 Proyección anual de la generación de residuos en establecimientos educativos

ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	KG/DIA	TON/DIA	TON/SEMANA	TON/AÑO
UNIVERSIDADES	1.516,82	1,52	7,58	394,37
INSTITUTOS	852,60	0,85	4,26	221,67
UNIDADES EDUCATIVAS	6.112,80	6,11	30,56	1.589,33
TOTAL	8.482,22	8,48	42,41	2.205,38

Fuente: Elaboración propia



RUBRO ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS

3.2.16. CARACTERÍSTICAS GENERALES – ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

Durante el trabajo de campo se logró obtener el pesaje de las 41 muestras definidas durante siete días consecutivos de acuerdo a normativa, en el cuadro a continuación se muestra los datos obtenidos:

Tabla No. 108 Generación por tipo de residuos y tipo de establecimiento

TIPO	NOMBRE	BIOINFECCIOSOS KG/DIA	ESPECIALES KG/DIA	COMUNES KG/DIA	PACIENTES.DIA
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD 8 DE DICIEMBRE	1,64	0,00	3,05	11
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD SAN LUIS (EL ROSAL)	0,69	0,60	1,39	15
1 ER NIVEL	CENTRO MEDICO INTEGRAL TEMBLADERANI	1,21	-	1,03	19
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD BAJO SAN PEDRO	0,32	0,41	0,82	34
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD BAJO TACAGUA	0,57	-	0,73	25
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD ALCOREZA	0,26	0,08	0,35	9
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD EL TEJAR	1,95	0,71	4,37	97
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD BAJO TEJAR	0,42	-	1,49	22
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD VILLA VICTORIA	0,30	0,02	0,35	7
1 ER NIVEL	CENTRO DE SALUD NUEVO POTOSI	1,92	0,57	2,10	65
2DO NIVEL	HOSPITAL ARCO IRIS	53,44	-	92,27	248
2DO NIVEL	HOSPITAL LUIS URUA DE LA OLIVA	75,02	0,95	82,50	255
2DO NIVEL	HOSPITAL SAN GABRIEL	11,37	-	2,27	107
2DO NIVEL	HOSPITAL SEGURO SOCIAL UNIVERSITARIO	30,41	1,46	19,88	84
3ER NIVEL	HOSPITAL DEL NIÑO	93,91	7,06	131,49	670
3ER NIVEL	HOSPITAL DE CLINICAS	157,94	-	206,64	447
3ER NIVEL	HOSPITAL DE LA MUJER	68,10	-	84,88	487
VETERINARIA	VETERINARIA ANIMAL CENTER	0,20	-	0,15	5
VETERINARIA	VETERINARIA VETSUR	4,67	-	2,57	11
VETERINARIA	VETERINARIA ADONAI	0,62	-	0,40	4
FARMACIA	FARMACIA TREBOL	-	-	0,30	38
FARMACIA	FARMACIA CARMELITA	-	-	0,48	2
FARMACIA	FARMACIA BOLIVIA	-	-	2,55	5
FARMACIA	FARMACORP	-	-	0,49	2
DENTISTA	CLINICA DENTAL SAN MIGUEL	0,19	-	0,79	2
DENTISTA	CONSULTORIO DUO DENTAL	0,06	-	0,17	2
DENTISTA	DENTAL SAN SALVADOR	0,22	-	0,21	3
DENTISTA	CENTRO DE DIAGNOSTICO PROIMAGEN	0,35	-	0,15	6
DENTISTA	CONSULTORIO DENTAL BIODENTS	0,31	-	0,18	6
DENTISTA	ORTODONCIA CARRASCO BERRIOS	0,51	-	0,14	2
DENTISTA	CONSULTORIO ESPINOZA	0,08	-	0,09	2
DENTISTA	ODONTOMUNDO	3,81	-	0,47	6
DENTISTA	GAMA DENTAR CENTER	0,46	-	0,36	2
DENTISTA	CONSULTORIO REINO DENTAL	0,38	-	0,60	3
DENTISTA	DENTARIA SOPOCACHI	0,16	-	0,17	2
DENTISTA	DENTAL BEAUTY CENTRO ODONTOLOGICO	0,27	-	0,36	2
DENTISTA	CLINICA DENTAL LOVE	0,16	-	0,08	2
DENTISTA	CONSULTORIO SONRIO	0,15	-	14,36	2
LABORATORIO	LABORATORIO BIOPAT	0,00	-	0,04	1
LABORATORIO	LABORATORIO LABTEK	1,18	-	0,47	6
LABORATORIO	LABCLINICS	13,03	-	1,84	28

Fuente: Elaboración Propia

Como análisis de la generación de residuos sólidos en los establecimientos de salud podemos mencionar que en nuestro País el aspecto de la gestión hospitalaria a tenido un desarrollo en cuanto al manejo de sus residuos, ya que se tienen normativas de cateterización, almacenamiento, etc.

Los residuos hospitalarios pueden producir contaminación y enfermedades si no se los maneja adecuadamente. Los residuos infecciosos, especialmente los cortopunzantes, presentan un riesgo para quienes puedan entrar en contacto con ellos.

Los días de pesaje que se logró trabajar se tiene un comportamiento uniforme respecto a la generación de residuos, ya que la mayoría de las muestras reflejan que el quinto día de pesaje es el de mayor generación, esto puede deberse a que nuestro día quinto es lunes siendo los residuos pesados de día anterior, es decir la generación de domingo. La generación de este día va directamente proporcional con el hecho que es fin de semana y además que las visitas son más constantes en este día, de este modo podemos explicar las cantidades generadas.

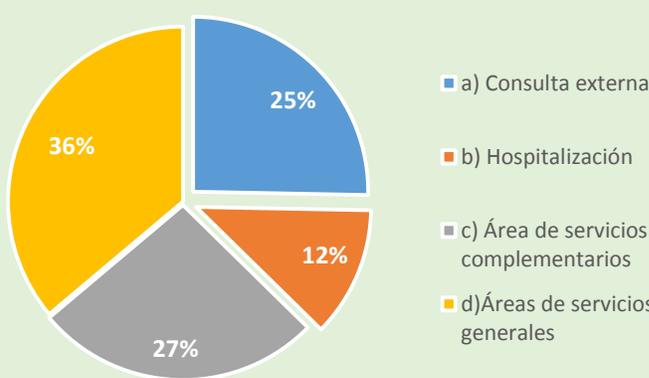
Por la generación y tipo de residuos sólidos de los establecimientos de salud mencionamos que la subclase A-1: Biológicos cuenta con mayor generación dentro del tipo A: Infecciosos.

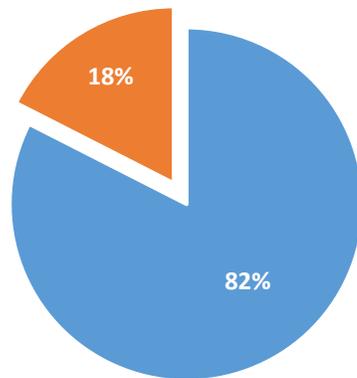
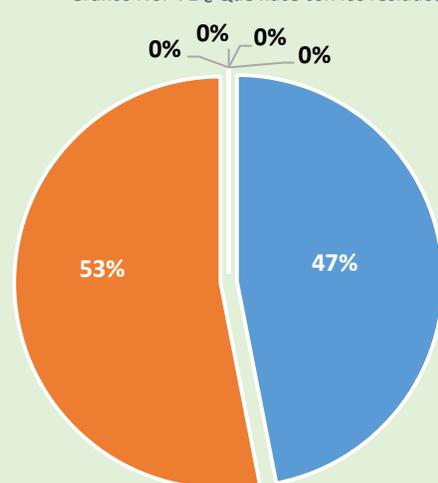
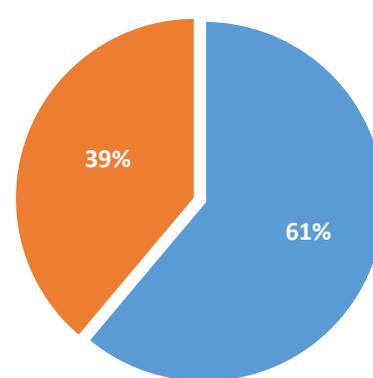
Dentro del tipo B: Especiales, la subclase con mayor generación es la B-2: Residuos farmacéuticos.

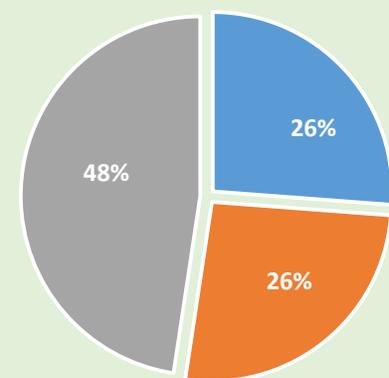
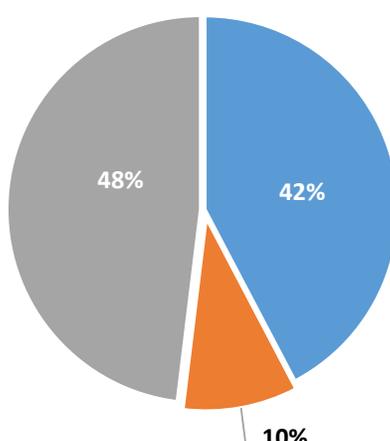
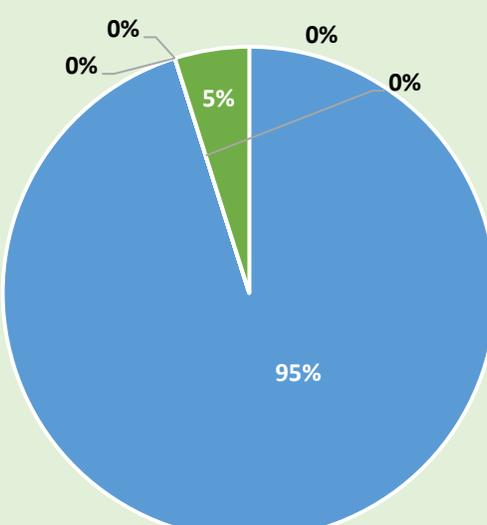
3.2.16.1. Resultados de aplicación de encuestas en establecimientos de salud

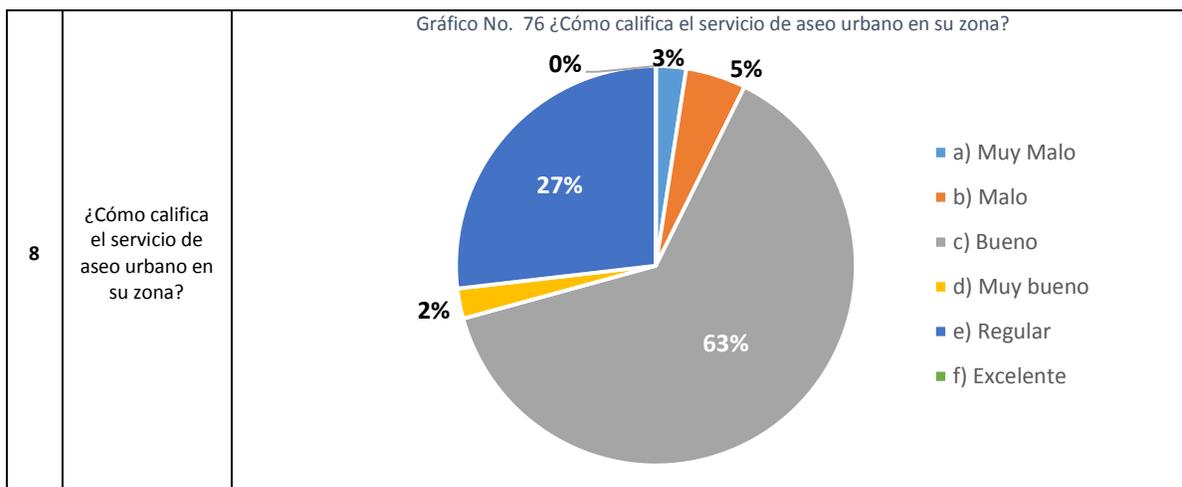
Los formularios de encuestas en el rubro de salud fueron aplicados el primer día de trabajo de campo, se trabajó con los establecimientos definidos de cada punto que fue tomado como muestra, se aplicaron 41 encuestas con los siguientes resultados:

Tabla No. 109 Resultados de aplicación de encuestas en industrias

No	PREGUNTA	RESULTADO
1	¿Con que categorías cuenta su establecimiento ?	<p>Gráfico No. 69 ¿ Con que categorías cuenta su establecimiento??</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Consulta externa ■ b) Hospitalización ■ c) Área de servicios complementarios ■ d) Áreas de servicios generales

2	¿El establecimiento cuenta con un sitio de almacenamiento para residuos sólidos generados?	<p>Gráfico No. 70 ¿ El establecimiento cuenta con un sitio de almacenamiento para residuos sólidos generados?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Sí</td> <td>82%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>18%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Sí	82%	b) No	18%						
Respuesta	Porcentaje													
a) Sí	82%													
b) No	18%													
3	¿Qué hace con los residuos que se genera en su actividad?	<p>Gráfico No. 71 ¿ Qué hace con los residuos que se genera en su actividad?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Los deposita en un basurero publico, contenedor o isla verde</td> <td>47%</td> </tr> <tr> <td>b) Utiliza el servicio publico de recoleccion</td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>c) La bota en los lotes valdios o en la calle</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>d) La bota al rio</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>e) La quema</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Los deposita en un basurero publico, contenedor o isla verde	47%	b) Utiliza el servicio publico de recoleccion	53%	c) La bota en los lotes valdios o en la calle	0%	d) La bota al rio	0%	e) La quema	0%
Respuesta	Porcentaje													
a) Los deposita en un basurero publico, contenedor o isla verde	47%													
b) Utiliza el servicio publico de recoleccion	53%													
c) La bota en los lotes valdios o en la calle	0%													
d) La bota al rio	0%													
e) La quema	0%													
4	Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamient o temporal de los residuos:	<p>Gráfico No. 72 Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento temporal de los residuos:</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Basurero/Bolsa</td> <td>61%</td> </tr> <tr> <td>b) Contenedor</td> <td>39%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Basurero/Bolsa	61%	b) Contenedor	39%						
Respuesta	Porcentaje													
a) Basurero/Bolsa	61%													
b) Contenedor	39%													

5	¿Cuántos días a la semana sacan la basura? (tipo de respuesta única o múltiple, marque con una X una o varias)	<p>Gráfico No. 73 ¿Cuántos días a la semana sacan la basura? (tipo de respuesta única o múltiple, marque con una X una o varias)?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) 1 día</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>b) 2 días</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>c) 3 o mas días</td> <td>48%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) 1 día	26%	b) 2 días	26%	c) 3 o mas días	48%						
Respuesta	Porcentaje															
a) 1 día	26%															
b) 2 días	26%															
c) 3 o mas días	48%															
6	¿En qué horarios saca la basura?	<p>Gráfico No. 74 ¿En qué horarios saca la basura?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horario</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Mañana</td> <td>42%</td> </tr> <tr> <td>b) Tarde</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>c) Noche</td> <td>48%</td> </tr> </tbody> </table>	Horario	Porcentaje	a) Mañana	42%	b) Tarde	10%	c) Noche	48%						
Horario	Porcentaje															
a) Mañana	42%															
b) Tarde	10%															
c) Noche	48%															
7	¿De qué manera se desechan los residuos, considerando las categorías previamente señaladas?	<p>Gráfico No. 75 ¿De qué manera se desechan los residuos, considerando las categorías previamente señaladas?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a). Servicio Municipal</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>b). Empresa Privada</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>c). Asociacion de recuperadores</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>d). Disposicion propia</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>e). Otros (quema, entierro de basura)</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>f). otros</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Porcentaje	a). Servicio Municipal	95%	b). Empresa Privada	0%	c). Asociacion de recuperadores	0%	d). Disposicion propia	0%	e). Otros (quema, entierro de basura)	0%	f). otros	5%
Categoría	Porcentaje															
a). Servicio Municipal	95%															
b). Empresa Privada	0%															
c). Asociacion de recuperadores	0%															
d). Disposicion propia	0%															
e). Otros (quema, entierro de basura)	0%															
f). otros	5%															



Fuente: Elaboración Propia

Los establecimientos hospitalarios como fuente de generación mencionaron que las categorías con las que cuenta son en un 36% tiene área de servicios generales, un 27% tienen un área de servicio complementario, un 25% cuentan con áreas de consulta externa y finalmente un 12% tiene área de hospitalización. De los establecimientos de salud que cuentan con sitio de almacenamiento para los residuos generados un 82% respondió que si cuenta mientras que un 18% no cuenta con dicho lugar. Para la disposición final de los residuos generados en esta fuente tenemos que un 53% utiliza el servicio público de recolección mientras que el 47% deposita sus residuos en un basurero público, contenedor o isla verde. Los días a la semana que sacan su basura, un 48% menciona que sacan de 3 veces o más días, un 26% saca 2 días a la semana y un 26% un solo día a la semana. Y los horarios en los que saca la basura son en su mayoría en la noche y en la mañana. Un 95% de los establecimientos de salud desechan sus residuos sólidos a través del servicio municipal.

3.2.17. GENERACIÓN POR TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS – ESTABLECIMIENTO DE SALUD

La generación por tipo de establecimiento de salud diferenciada por tipo de residuos y una sumatoria total. En la tabla siguiente tenemos el detalle por cada uno. Considerando en el primer nivel, postas de salud, consultorios médicos y clínicas de especialidad. En el segundo nivel centros médicos privados y públicos y en el tercer nivel cajas de salud, hospitales públicos y hospitales privados.

Tabla No. 110 Generación de residuos por tipo de establecimiento de salud

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	RES. BIOINFECCIOSOS (KG/ESTABLECIMIENTO.DIA)	RES. ESPECIALES (KG/ESTABLECIMIENTO.DIA)	RES. COMUNES (KG/ESTABLECIMIENTO.DIA)	TOTAL (KG/ESTABLECIMIENTO .DIA)
1 ER NIVEL	0,93	0,24	1,57	2,73
2DO NIVEL	42,56	0,60	49,23	92,39
3ER NIVEL	106,65	2,35	141,00	250,01
VETERINARIA	1,83	-	1,04	2,87
FARMACIA	-	-	0,96	0,96
DENTISTA	0,51	-	1,30	1,80
LABORATORIO	4,74	-	0,78	5,52

Fuente: Elaboración Propia

Considerando los universos de cada tipo de establecimiento de salud, de manera general se producen 13.62 Ton/día, de los cuales 4,25 se genera establecimientos de tercer nivel, 2,9 ton/día en establecimiento de segundo nivel, y 3.26 ton/día en establecimientos de primer nivel.

Tabla No. 111 Generación diaria por tipo de establecimiento de salud

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	TOTAL GENERADO KG/DIA
1 ER NIVEL	3.262,51
2DO NIVEL	2.956,63
3ER NIVEL	4.250,11
VETERINARIA	424,97
FARMACIA	633,39
DENTISTA	1.625,62
LABORATORIO	469,36
TOTAL	13.622,59

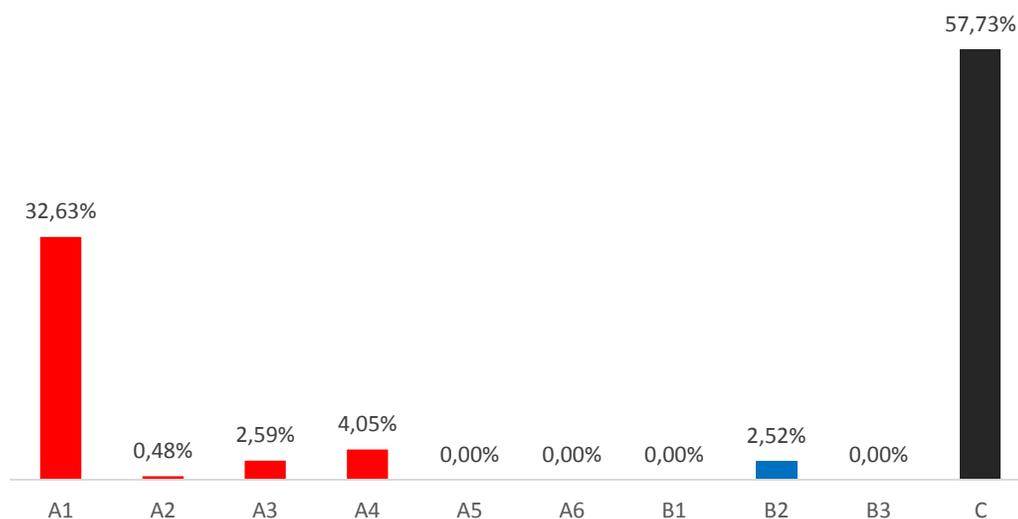
Fuente: Elaboración Propia

Se adjunta al presente documento el ANEXO 6: Análisis de datos de fuente generadora Establecimientos Hospitalarios – Rubro Establecimientos Hospitalarios

3.2.18. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

La composición física de los residuos de establecimiento de salud es el siguiente considerando la NB 69002 subdividiendo en tres subproductos y cada uno de ellos en sus tipos según el siguiente detalle.

Gráfico No. 77 Composición física de los residuos de establecimientos de salud por subclases



Fuente: Elaboración Propia

Tabla No. 112 Tipos de residuos generados en establecimientos de salud.

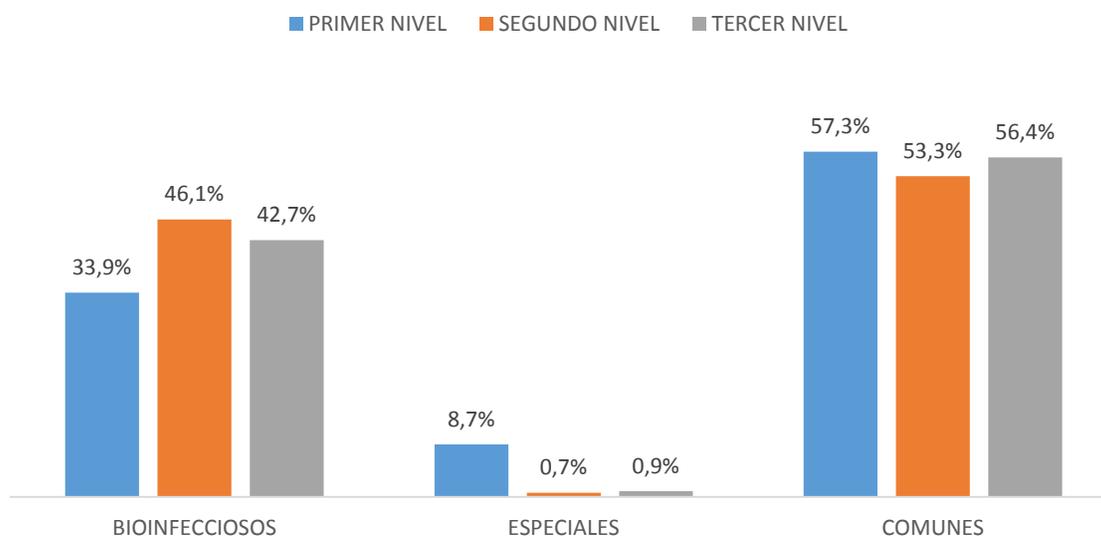
CLASE	SUBCLASE	TIPO
RESIDUOS BIOINFECCIOSOS	A-1	Biológicos
	A-2	Sangre hemoderivados- fluidos Corporales
	A-3	Quirúrgicos anatómico patológicos
	A-4	Cortopunzantes
	A-5	Cadáveres – Partes animales
	A-6	Asistencia Pacientes Aislados
RESIDUOS ESPECIALES	B-1	Residuos Radiactivos
	B-2	Residuos Farmacéuticos
	B-3	Residuos Químicos
RESIDUOS COMUNES	C	Residuos comunes

Fuente: Elaboración Propia

Es importante recordar que el trabajo se realizó durante 7 días continuos y la representatividad del mismo está directamente vinculado al nivel de aplicación de la gestión interna en los diferentes establecimientos de salud. En el grafico anterior se aprecia mayoritariamente los tipos de residuos C – Comunes, A-Bioinfecciosos,

Analizando la composición física por nivel de establecimiento de salud vemos que el primer nivel genera mayoritariamente residuos comunes, a segundo nivel se aprecia mayor porcentaje de GG bioinfecciosos y en el tercer nivel se aprecia igual la cantidad de residuos comunes. Según el siguiente gráfico.

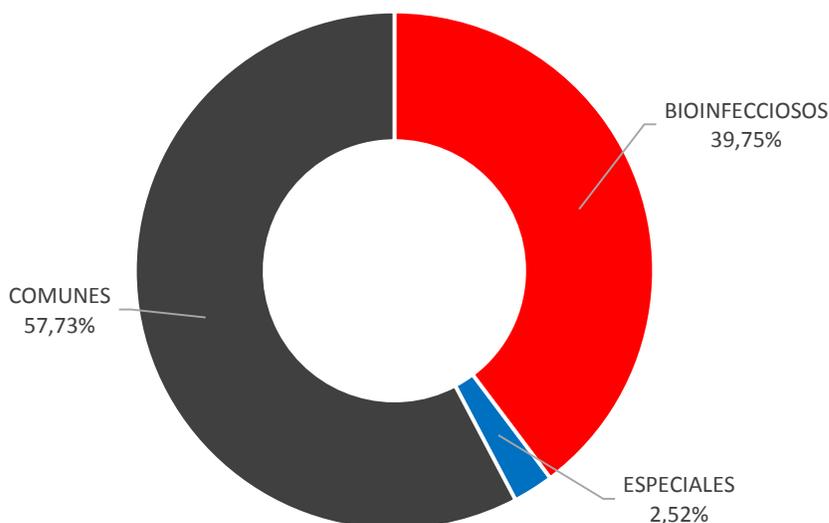
Gráfico No. 78 Composición física de residuos establecimientos de salud por nivel



Fuente: Elaboración Propia

Agrupando las subclases tenemos que los comunes son el 57,73%, los bioinfecciosos el 39,75 % y los especiales 2,52%

Gráfico No. 79 Composición física general de residuos de establecimientos de salud



Fuente: Elaboración Propia

3.2.18.1.1. Indicadores de generación en establecimientos de salud.

Al considerar la cantidad de pacientes por cada tipo de establecimiento en el periodo de realización del estudio tenemos los siguientes parámetros de generación por clase de residuos en kg/paciente.día. Si bien la generación en el tercer nivel como establecimiento es mayor con considerar la variable de los pacientes su generación promedio es menor a la del segundo nivel

Tabla No. 113 Generación por paciente día por clase de residuos en establecimiento de salud

TIPO	BIOINFECCIOSOS kg/paciente.día	ESPECIALES kg/paciente.día	COMUNES kg/paciente.día	TOTAL kg/paciente.día
1 ER NIVEL	0,031	0,008	0,052	0,090
2DO NIVEL	0,245	0,004	0,284	0,533
3ER NIVEL	0,200	0,004	0,264	0,468
VETERINARIA	0,275	-	0,156	0,431
DENTISTA	0,170	-	0,432	0,601
LABORATORIO	0,406	-	0,067	0,473

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior retiramos el análisis de indicador para las farmacias al ser más representativo analizarlos por kilogramos/establecimiento.

3.2.19. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS

Proyectando la generación de los residuos en establecimientos de salud, considerando las tres clases de residuos se tiene una generación de 13,62 Ton/día y 4.972,25 Toneladas al año.

Tabla No. 114 Proyección de generación por tipo establecimiento de salud

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	TOTAL GENERADO KG/DIA	TON/DIA	TON/SEMANA	TON/AÑO
1 ER NIVEL	3.262,51	3,26	22,84	1.190,82
2DO NIVEL	2.956,63	2,96	20,70	1.079,17
3ER NIVEL	4.250,11	4,25	29,75	1.551,29
VETERINARIA	424,97	0,42	2,97	155,11
FARMACIA	633,39	0,63	4,43	231,19
DENTISTA	1.625,62	1,63	11,38	593,35
LABORATORIO	469,36	0,47	3,29	171,32
TOTAL	13.622,59	13,62	95,36	4.972,25

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la categoría generación total de residuos y el universo proporcionado por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz se obtuvo un aproximado de generación por semana y año. En el cual se estima una generación anual de 4.972,25 toneladas de residuos provenientes de establecimientos hospitalarios y las categorías que se determinaron.



RUBRO INDUSTRIALES

3.2.20. CARACTERÍSTICAS GENERALES - INDUSTRIAS

En industrias medianas se obtiene los siguientes resultados.

Tabla No. 115 Resultados de PPC en industrias grandes muestreadas

Nº	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE LA INDUSTRIA	Nº DE Emplea.	DIAS TRABAJADOS POR SEMANA	DIA 1 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 2 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 3 PESO DE RESIDUOS (Kg)	PPC PROMEDIO POR INDUSTRIA GRANDE
1	IND-MXP-22	Lara Bisch	203	6	32,76	18,89	20,34	24,00
2	IND-PER-34	Wiled Paper	11	5	262,05	106,49	194,02	187,52
3	IND-CCT-9	Ind. Gráficas Sagitario	130	6	23,21	9,80	16,51	16,51
4	IND-SUR-94	Laboratorios Bago	100	7	55,55	48,20	31,23	44,99
5	IND-PER-57	Senatex	81	5	436,08	493,15	464,62	464,62
6	IND-PER-66	La Cascada	85	6	32,03	14,09	12,02	19,38
7	IND-MXP-24	Belmed Ltda.	88	5	5,69	7,02	6,23	6,31
8	IND-CCT-19	Supermercados Ketal	120	7	471,79	397,39	434,59	434,59
9	IND-SUR-93	Addax Int.	8	-	1,14	0,50	0,47	0,70
10	IND-PER-45	Chocolates Breick	58	-	37,89	13,44	24,73	25,35
11	IND-MXP-23	Industrias Albus	70	5	4,88	12,40	25,80	14,36
12	IND-ANT-88	Dinámica Textil	80	6	6,04	1,37	3,71	3,71
13	IND-PER-35	Patisu Ltda.	10	6	191,85	114,49	153,17	153,17
14	IND-MXP-26	Fabri. De Tejidos De Punto	54	5	2,90	3,60	1,80	2,77
15	IND-PER-40	Chocolates Cóndor	25	6	46,30	34,32	18,81	33,14
16	IND-ANT-81	Lab. Alfa Planta Baja	25	5	18,91	46,39	73,86	46,39
17	IND-PER-55	Plasfilm	7	5	2,18	0,21	1,53	1,31
18	IND-PER-49	Plásticos El Triunfo	8	6	0,75	1,28	1,02	1,02
19	IND-ANT-73	Heladería Frigo	7	6	0,33	0,20	0,02	0,18
20	IND-CCT-18	Ind. Alimenticias San Luis	22	6	30,10	29,47	29,68	29,75
21	IND-PER-56	Miniplast	8	5	1,14	2,09	2,89	2,04
22	IND-PER-58	Gomatex	14	5	1,91	3,44	6,01	3,79
23	IND-PER-36	Venado S.A.	467	6	972,35	1111,34	1041,85	1041,85
24	IND-CCT-6	Visión Grafica-Reynaldo Tola Mamani	15	6	2,24	0,63	1,43	1,43
25	IND-MXP-21	Nikelcrom	5	5	2,82	1,90	10,50	5,07
26	IND-ANT-92	Heladería Reyna De Canelas	3	7	0,13	0,81	0,45	0,46
27	IND-ANT-74	Nefromed	6	6	2,17	4,30	3,02	3,16
28	IND-CCT-7	Imprenta Encinas Choque	5	6	3,59	0,83	2,25	2,22
29	IND-PER-37	Tizanol	15	5	2,75	2,54	1,30	2,20
32	IND-ANT-86	Salteñería Morocho	2	7	0,02	0,52	3,42	1,32
31	IND-CCT-11	Salteñería Mel Oso	3	6	1,62	1,35	1,46	1,48
30	IND-ANT-75	Salteñería La Favorita	1	6	11,75	2,48	10,90	8,38
33	IND-PER-53	Alimentos Balanceados Rival	3	6	2,59	1,42	6,85	3,62
34	IND-PER-41	Aliment. Balanceados Disbal II	3	6	1,02	4,64	2,83	2,83
36	IND-ANT-84	Gigantografía Toing	2	6	0,44	0,20	0,52	0,39
35	IND-CCT-13	Creative Touch SRL	9	6	3,85	5,39	4,62	4,62
38	IND-PER-43	Aliment. Balanceados Disbal III	2	6	1,09	0,45	0,81	0,78
37	IND-PER-46	Alimentos Balanceados Disbal I	2	6	6,60	0,28	0,44	2,44
39	IND-ANT-79	Salteñería La Caribeña	8	6	8,06	12,66	3,46	8,06
40	IND-PER-51	Barraca Maderkam	4	6	40,00	1,02	60,55	33,86
41	IND-MXP-28	Producciones Nor Chichas	6	6	6,18	8,71	9,01	7,97
42	IND-PER-47	Alimentos Balanceados Cayco	5	5	1,84	6,46	0,83	3,04
43	IND-PER-42	Maestranza Carpintería Copacabana	6	6	9,51	0,18	0,61	3,43
44	IND-CCT-10	Latingrafik	2	6	0,84	0,56	0,75	0,72
45	IND-PER-59	Servicio De Frenos Tmfe	3	6	2,22	2,12	3,84	2,73
46	IND-CCT-5	Artes- Grafica-Delfo	5	6	1,32	3,65	3,65	2,87
47	IND-MXP-33	Artesanía En Joyería Y Oro Golden	2	5	0,81	0,98	0,22	0,67
48	IND-CCT-16	Imprenta Universo-Freddy Barra Ortiz	4	5	1,90	2,38	2,85	2,38
49	IND-ANT-76	Metal Mecánica Dja	4	6	1,74	2,25	2,75	2,25
PPC INDUSTRIA GRANDE PARA PROYECCION			36,86	5,78				54,40

Tabla No. 116 Resultados de PPC en industrias medianas muestreadas

N	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE LA INDUSTRIA	NRO. DE EMPLEADOS	DIAS TRABAJADOS/ SEMANA	DIA 1 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 2 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 3 PESO DE RESIDUOS (Kg)	PPC PROMEDIO INDUSTRIAL A MEDIANA
1	IND-PER-38	KALIFRA LTDA.	7	5	36,60	1,49	4,92	14,34
2	IND-PER-67	BARRACA PENIEL	3	6	3,64	1,00	1,00	1,88
3	IND-PER-71	TORNERIA RECTIFICADORA "A"	3	6	2,70	48,36	35,82	28,96
6	IND-PER-68	VIDRIERIA PENIEL	2	6	10,06	4,11	3,50	5,89
5	IND-PER-54	VIDRIERIA Y CARPINTERIA EN ALUMINIO EL GATO	3	6	14,15	15,17	16,18	15,17
4	IND-ANT-90	VITROTEMP LTDA	4	6	26,10	20,20	19,21	21,84
7	IND-MXP-27	GRAFICA GONZALES	4	5	2,08	1,45	3,13	2,22
8	IND-CCT-4	EL SALVADOR	4	6	7,51	17,05	10,28	11,61
16	IND-CCT-8	WARA IMPRESIONES	3	5	0,40	1,80	3,20	1,80
19	IND-CCT-12	FLEXOPRINT	5	6	0,67			0,67
18	IND-MXP-31	IMPRESA FILADELFA	2	6	0,94	1,13	0,52	0,86
17	IND-MXP-30	IMPRESA ESTHER	2	6	1,30	2,05	1,12	1,49
12	IND-CCT-1	IMPRESA PIONEER-ARTES GRAFICAS BUENO	6	6	1,79	5,78	6,57	4,71
13	IND-CCT-2	FLORES COPS	10	5	3,72	2,40	6,10	4,07
14	IND-ANT-82	IMPRESA HEALTH TIENS PRODUCTO SRL.	13	5	3,95	6,78	1,12	3,95
15	IND-MXP-32	IMPRESA EFECTO	2	6	4,21	2,50	2,77	3,16
11	IND-MXP-29	SAN SALVADOR DE CULLUNI	4	6	7,46	5,17	2,47	5,03
10	IND-CCT-17	FAST PRINT	10	6	23,92	26,23	26,07	25,41
9	IND-CCT-15	IMPRESA RONIE	2		32,47	38,23	25,35	32,02
21	IND-PER-62	AVICOLA PIO RICO	30	6	2,56	2,99	4,18	3,24
22	IND-PER-63	AVICOLA POLLOS IMBA	29	6	2,57	2,12	3,02	2,57
20	IND-PER-60	AVICOLA- POLLOS SOFIA	80	6	6,18	9,63	5,97	7,26
23	IND-ANT-78	PASTELERÍA ARIES	2	7	1,64	23,03	12,50	12,39
25	IND-ANT-87	PASTELERIA BLANQUITA	3	6	3,14	3,14	3,18	3,15
26	IND-ANT-85	PASTELERIA MABEL	2	6	3,57	1,21	3,87	2,88
24	IND-ANT-89	PASTELERÍA LONDON	4	6	6,65	4,66	3,38	4,90
27	IND-CCT-3	METRICA LTDA.	14	6	19,07	0,85	10,66	10,19
28	IND-PER-69	EMPRESA BOLIVIANA DE ALIMENTOS EBA	50	5	14,11	24,13	15,20	17,81
29	IND-MXP-25	L y K SUCEORES	2	5	1,40	2,69	0,86	1,65
30	IND-PER-61	IMPRESA ORIENTAL	3	5	2,74	3,89	16,77	7,80
33	IND-ANT-91	PAN. SIMÓN BOLIVAR	2		2,22	2,98	0,82	2,01
31	IND-PER-65	PANADERIA	3	7	2,74	2,84	8,02	4,53
32	IND-PER-48	PANADERIA BERLIN	4	6	3,32	2,03	4,70	3,35
34	IND-MXP-20	FABRICA DE ARTÍCULOS	15	5	1,53	4,39	6,43	4,11
35	IND-PER-44	TORNERIA MEKBOL	2	6	0,57	3,04	3,31	2,31
36	IND-PER-39	PEXBOL	5	5	4,52	0,86	0,42	1,93
37	IND-ANT-83	CALIFAR	5	5		0,34		0,34
38	IND-PER-50	IMCOR-FABRICA DE CALAMINAS	3	6	20,70	0,15	1,99	7,61
PPC INDUSTRIA MEDIANA PARA PROYECCION			9,13	5,75				7,76

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que de las 38 industrias muestreadas se tiene un promedio de trabajadores de 9,13 empleados, este dato será utilizado posteriormente para la generación de indicadores. Por otra parte, se realizó la encuesta respecto a los días de trabajo en las industrias donde se obtiene un dato de 5,75 días laborales en las industrias medianas muestreadas. Este dato es utilizado en la proyección de la generación correspondiente.

Respecto a las industrias pequeñas se obtienen los siguientes resultados.

Tabla No. 117 Resultados de PPC en industrias pequeñas muestreadas

N°	CODIGO DE MUESTRA	NOMBRE DE LA INDUSTRIA	NRO. DE EMPLEADOS	DIAS TRABAJADOS POR SEMANA	DIA 1 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 2 PESO DE RESIDUOS (Kg)	DIA 3 PESO DE RESIDUOS (Kg)	PPC PROMEDIO POR INDUSTRIA PEQUEÑA
1	IND-ANT-80	LAB.ALFA ADMINISTRACION	15	5	1,61	5,14	8,67	5,14
2	IND-ANT-77	MULTICON SRL	4	6	1,23	0,08	0,13	0,48
3	IND-PER-70	VENESTAS C. MAL TABLEROS	3	6	20,65	7,05	5,70	11,13
4	IND-PER-52	BARRACA MADERYOL	5	6	28,45	1,04	42,37	23,95
5	IND-PER-64	SOMBRERIA MARZOLINI	3	6	0,63	0,94	0,56	0,71
PPC INDUSTRIA PEQUEÑA PARA PROYECCION			6	5,80				8,28

Fuente: Elaboración Propia

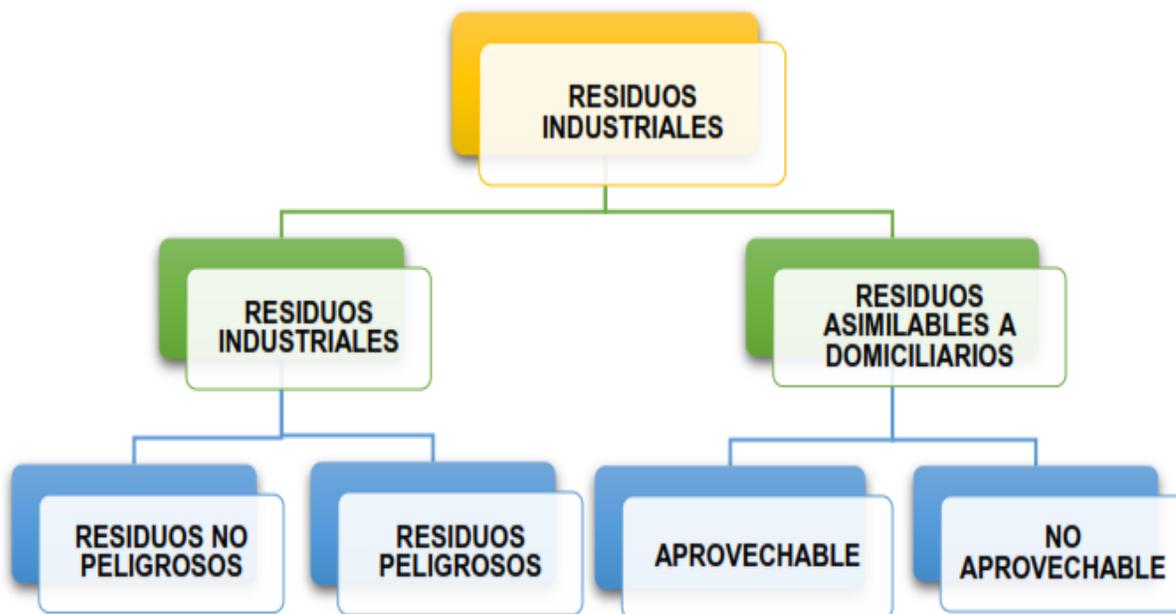
Se puede observar que, de las industrias pequeñas muestreadas, se tiene un promedio de trabajadores de 6 empleados, este dato será utilizado posteriormente para la generación de indicadores.

En lo que refiere a información de generación, manejo de residuos industriales en el departamento de La Paz, existen algunos estudios y diagnósticos realizados en los últimos años que presentan información de la actividad industrial. Estos describen los impactos que la industria genera en lo económico, ambiental y en lo social. Respecto a la actividad Industrial en el Municipio de La Paz no se encontraron estudios específicos que permitan extraer criterios de correlación con los datos obtenidos en el presente estudio de caracterización.

El presente estudio arroja datos interesantes en cuanto a composición de residuos en el sector industrial para residuos asimilables a domiciliarios y no toman en cuenta los residuos peligrosos que se generan dentro de las industrias.

Así también existe la normativa técnica Norma Boliviana NB 69016:2011 - Gestión Ambiental Residuos Sólidos - Guía para realizar el Diagnostico de residuos sólidos en el sector industrial manufacturero, la cual en su Anexo A (Informativo) propone una metodología de clasificación de residuos para que la propia industria pueda realizar un diagnóstico de los residuos que genera en su unidad, determinando su peligrosidad, aprovechamiento, gestión y disposición final.

Gráfico No. 80 Esquema para la clasificación de los residuos generados en el sector industrial



El presente estudio buscó determinar la cantidad de industrias localizadas en el municipio de La Paz, para lo que se solicitó información del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, así como a la Cámara Nacional de Industrias. En función a los datos, se determinó que existen aproximadamente 1343 industrias en el municipio de La Paz.

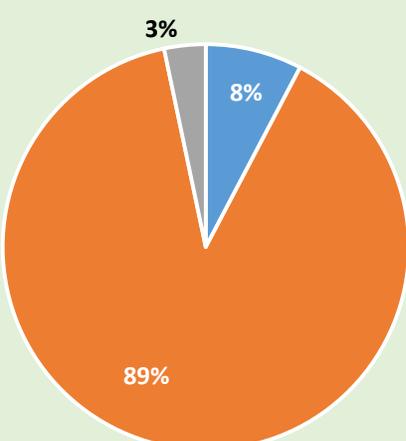
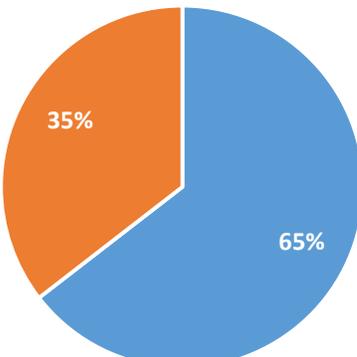
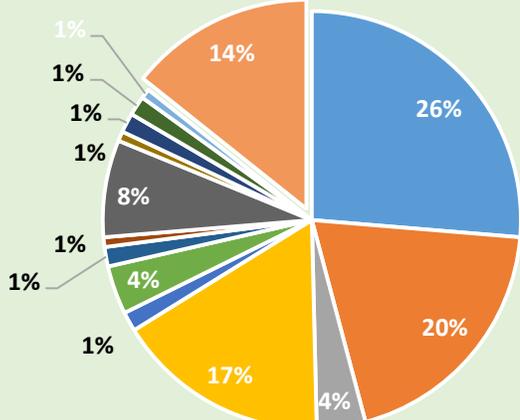
Una vez definido el universo de industrias se procedió a categorizarlos en función a su consumo de luz, donde:

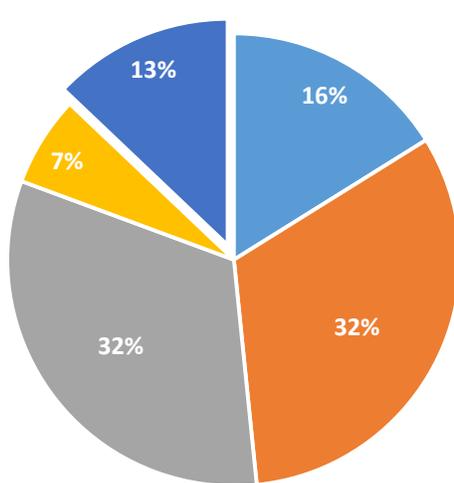
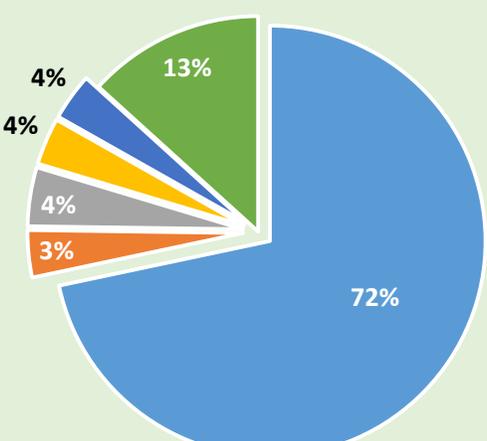
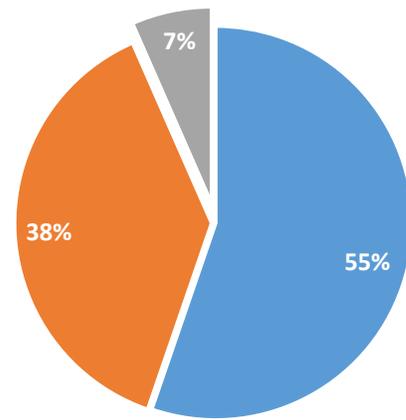
<i>INDUSTRIA GRANDE</i>	Consumo ≥ 5000 (Kw/año)
<i>INDUSTRIA MEDIANA</i>	Consumo $1000 \geq < 5000$ (Kw/año)
<i>INDUSTRIA PEQUEÑA</i>	Consumo < 1000 (Kw/año)

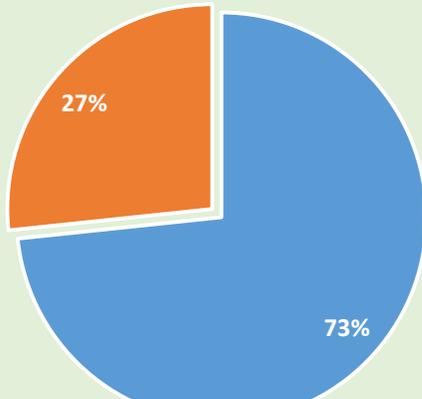
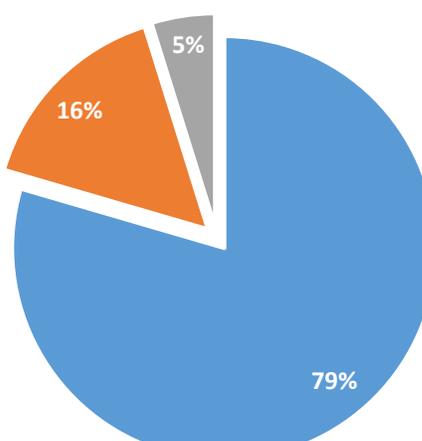
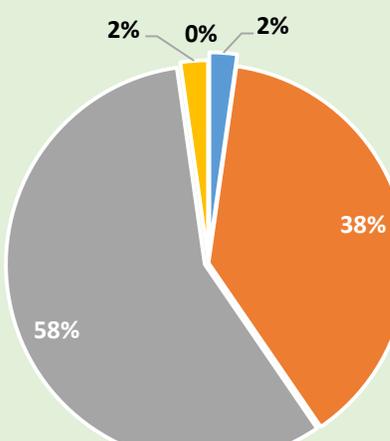
En función a esta categorización se realizó la proyección de generación con los datos obtenidos en campo, donde los datos obtenidos se presentan a continuación.

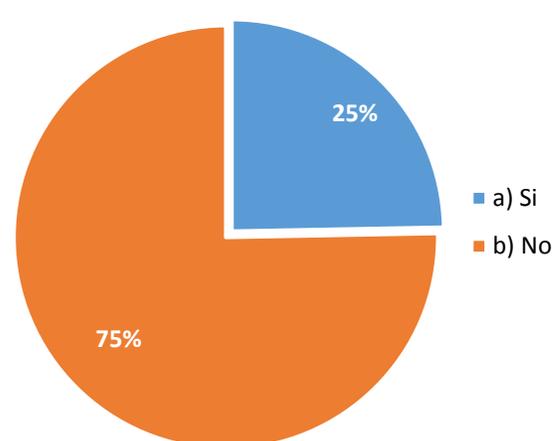
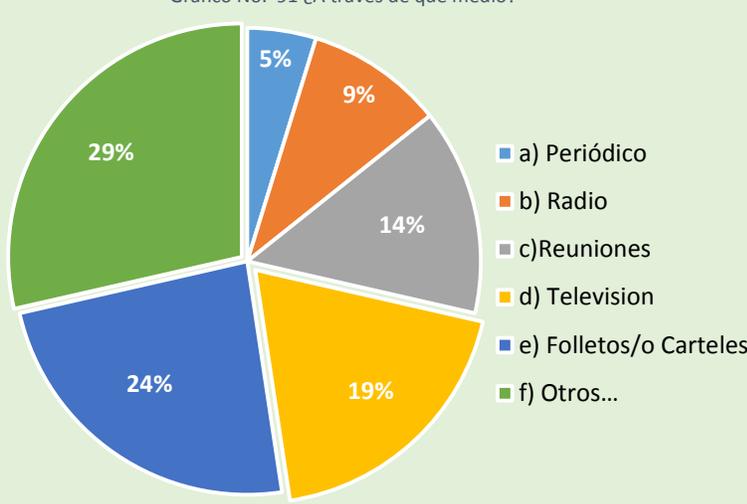
3.2.20.1. Resultados de encuestas realizadas en industrias

Tabla No. 118 Resultados de aplicación de encuestas en industrias

No	PREGUNTA	RESULTADO
1	¿Quién se encarga de los residuos en su industria?	<p>Gráfico No. 81 ¿Quién se encarga de los residuos en su industria?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Servicio de limpieza privado ■ b) Personal propio ■ c) Otro...
2	¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?	<p>Gráfico No. 82 ¿Separa algunos materiales que se puedan aprovechar?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Si ■ b) No
3	¿Cuáles son los materiales que usted separa?	<p>Gráfico No. 83 ¿Cuáles son los materiales que usted separa?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Papel ■ Cartón ■ Periódico ■ Plástico ■ Hule ■ Vidrio ■ Lata ■ Cobre ■ Metal ■ Baterías ■ Llantas ■ Restos de alimentos ■ Restos de jardín ■ Mas de un residuo

4	¿Por qué razón no lo separa?	<p>Gráfico No. 84 ¿Por qué razón no lo separa?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Porque no sabe como separarla ■ b) Porque no hay opciones de recoleccion separada ■ c) Porque no sabe para que separarla ■ d) Porque considera que es un gasto ■ e) Otros...
5	¿Qué hace con los residuos que se genera en su establecimiento ?	<p>Gráfico No. 85 ¿Que hace con los residuos que se genera en su establecimiento?</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Contenedores Municipales ■ b) Operador Privado ■ c) Asociación de recuperadores ■ d) Disposicion Propia ■ e) Punto de isla verde ■ f) Otros...
6	Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento	<p>Gráfico No. 86 Describa las unidades e indique la cantidad de cada uno de los recipientes empleados para el almacenamiento</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Bolsa ■ b) Basurero ■ c) Contenedor

7	¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?	<p>Gráfico No. 87 ¿Conoce que empresa realiza o es la responsable del aseo urbano?</p>  <p> ■ a) Si ■ b) No </p>
8	¿Cuántas veces al día sacan la basura?	<p>Gráfico No. 88 ¿Cuántas veces al día sacan la basura?</p>  <p> ■ a) 1 Vez ■ b) 2 Veces ■ c) 3 Veces o mas </p>
9	¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?	<p>Gráfico No. 89 ¿Cómo califica el servicio de aseo urbano en el Municipio?</p>  <p> ■ a) Malo ■ b) Regular ■ c) Bueno ■ d) Muy bueno ■ e) Excelente </p>

10	¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura)?	<p>Gráfico No. 90 ¿Ha recibido información sobre el manejo de residuos en su actividad económica (como separación de basura)?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Si</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>b) No</td> <td>75%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	a) Si	25%	b) No	75%								
Respuesta	Porcentaje															
a) Si	25%															
b) No	75%															
11	¿A través de que medio?	<p>Gráfico No. 91 ¿A través de que medio?</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medio</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a) Periódico</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>b) Radio</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>c) Reuniones</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>d) Television</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>e) Folletos/o Carteles</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>f) Otros...</td> <td>29%</td> </tr> </tbody> </table>	Medio	Porcentaje	a) Periódico	5%	b) Radio	9%	c) Reuniones	14%	d) Television	19%	e) Folletos/o Carteles	24%	f) Otros...	29%
Medio	Porcentaje															
a) Periódico	5%															
b) Radio	9%															
c) Reuniones	14%															
d) Television	19%															
e) Folletos/o Carteles	24%															
f) Otros...	29%															

Los resultados de la aplicación de encuestas a industrias arrojan los siguientes resultados: Sobre quien se encarga del manejo de residuos en industrias un 89% informa que es el personal propio de la industria. Sobre las industrias que separan sus residuos reciclables o aprovechables, se sabe que un 65% de las industrias si separan sus residuos aprovechables, mientras que un 35% no los aprovecha. Dentro de los principales residuos separados se encuentra el papel con un 30% de las industrias, seguido del cartón con un 33% y el plástico con un 19% siendo estos los más representativos. Dentro del porcentaje de industrias que no separa sus residuos (35%), se sabe que las principales razones para no separarlas son que no se cuenta con un servicio de recolección diferenciada con un 32% y que no saben para que separar con otros 32%, mientras que un 16% de las industrias no sabe cómo separar sus residuos. Sobre la modalidad de disposición de los residuos que se generan en las industrias se sabe que un 93% lleva sus residuos separados a las islas verdes del Gobierno Municipal de La Paz, mientras que un 5% tiene otra modalidad de disposición de sus residuos. Por otra parte, sobre el conocimiento de la empresa prestadora del servicio de aseo urbano en el municipio de La Paz, se sabe que un 73% de las industrias conocen el nombre de esta empresa, mientras que un 27% la desconoce.

También se indago sobre cuantas veces al día las industrias sacan sus residuos para disposición, donde los resultados informan que en un 79% de las industrias encuestadas sacan sus residuos tres o más veces al día. Sobre la calificación que otorgan las industrias a la calidad del servicio de aseo urbano en el municipio paceño, se informa que un 58% de las industrias califican el servicio como bueno, un 38% como regular, un 2% como malo y un 2% muy bueno. También se indago sobre la información que la industria recibió respecto a la importancia de la adecuada separación de residuos, donde los resultados obtenidos muestran que un 75% de las industrias no ha recibido información respecto al manejo de residuos y un 25% si recibió dicha información, dentro del porcentaje de las industrias que si recibieron información, se sabe que un 24% recibió esta información de los periódicos, un 19% de la televisión y un 29% de otros medios de comunicación.

3.2.21. GENERACIÓN DE RESIDUOS EN INDUSTRIAS

3.2.21.1. Industrias Grandes

Dentro de las industrias grandes muestreadas se tiene un total de 49 unidades industriales. Se puede observar que de las 49 industrias muestreadas se tiene un promedio de trabajadores de 36,86 empleados, este dato será utilizado posteriormente para la generación de indicadores. Por otra parte, se realizó la encuesta respecto a los días de trabajo en las industrias donde se obtiene un dato de 5,78 días laborales. Este dato es utilizado en la proyección de la generación correspondiente.

Por último, se tiene el PPC para industrias grandes donde se obtiene un 54,40 Kg/Industria Grande/Día, este dato es utilizado para la proyección correspondiente.

3.2.21.2. Industrias medianas

Se tiene el PPC para industrias medianas donde se obtiene un 7,76 Kg/Industria Mediana/Día, este dato es utilizado para la proyección correspondiente.

3.2.21.3. Industrias pequeñas

En cuanto a las encuestas realizadas sobre los días de trabajo se obtiene un dato de 5,8 días laborales en las industrias pequeñas muestreadas. Este dato es utilizado en la proyección de la generación correspondiente.

Por último, se tiene el PPC para industrias pequeñas donde se obtiene un 8,28 Kg/Industria Pequeña/Día.

Se adjunta al presente documento el ANEXO 7: Análisis de datos de fuente generadora Industrias – Rubro Industrial

3.2.22. PROYECCIÓN DE GENERACIÓN EN INDUSTRIAS GRANDES, MEDIANAS Y PEQUEÑAS

Una vez obtenido los PPC por industrias grandes medianas y pequeñas se realiza la proyección correspondiente con los universos trabajados anteriormente. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Tabla No. 119 Proyección de la generación de residuos en industrias

INDUSTRIA	CONSUMO DE ENERGIA	CANTIDAD	PPC (kg/Industria/Día)	Promedio de días laborales	PPC (Kg/Industrias/Día)	PPC (Ton/Industrias/Día)	PPC (Ton/Industrias/Semana)	PPC (Ton/Industrias/Año)
INDUSTRIA GRANDE	Consumo ≥ 5000 (KW/año)	386	54,40	5,78	20.999,92	21,00	121,43	6.331,92
INDUSTRIA MEDIANA	Consumo $1000 \geq < 5000$ (KW/año)	652	7,76	5,75	5.057,87	5,06	29,08	1.516,46
INDUSTRIA PEQUEÑA	Consumo < 1000 (KW/año)	305	8,28	5,80	2.526,42	2,53	14,65	764,06
TOTALES		1343				28,58	165,17	8.612,44

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 115 se puede apreciar que de las 1343 industrias registradas en la base de datos del GAMLP, se genera un total de 28,58 toneladas diarias, una generación semanal de 165,17 toneladas y una generación anual de 8612,44 toneladas provenientes del sector industrial.

3.2.22.1. Indicadores de generación

Respecto a los indicadores de proyección o cálculo de generación para Industrias, el presente estudio plantea el siguiente cuadro:

Tabla No. 120 Indicadores de generación en industrias

INDUSTRIA	CONSUMO DE ENERGIA	CANTIDAD DE EMPLEADOS PROMEDIO	GENERACION PROMEDIO DE RESIDUOS (Ton/Industrias/Día)	PPC PROMEDIO POR TRABAJADOR (Ton/trabajador/Día)
INDUSTRIA GRANDE	Consumo ≥ 5000 (KW/año)	36,86	10,34	0,28
INDUSTRIA MEDIANA	Consumo $1000 \geq < 5000$ (KW/año)	9,13	2,35	0,26
INDUSTRIA PEQUEÑA	Consumo < 1000 (KW/año)	6,00	1,45	0,24

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos y el análisis realizado se obtiene un PPC promedio por trabajador para industrias grandes medianas y pequeñas

3.2.23. PESO VOLUMÉTRICO O DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DE FUENTES NO DOMICILIARIAS

La densidad de los residuos sólidos es la relación del peso respecto a un volumen, para la determinación de la densidad se realizó el trabajo de campo para los 6 rubros determinados y sus diferentes categorías.

Tabla No. 121 Densidad en establecimientos de hospedaje

	PESO 1 (Kg/m3)	PESO 2 (Kg/m3)	PESO 3 (Kg/m3)
DIA 1	83,08	110,57	
DIA 2	206,40	86,89	
DIA 3	61,20	60,76	122,46
Media =		104,48	

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 122 Densidad de residuos en expendio de comida

	PESO 1 (Kg/m3)	PESO 2 (Kg/m3)	PESO 3 (Kg/m3)	PESO 4 (Kg/m3)
DIA 1	321,93	300,66	326,61	206,30
DIA 2	506,49	195,20	182,06	
DIA 3	211,59	279,83		
Media =	281,19			

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 123 Densidad en consumo masivo

	PESO 1 (Kg/m3)	PESO 2 (Kg/m3)	PESO 3 (Kg/m3)	PESO 4 (Kg/m3)
DIA 1	234,32	251,76	336,81	388,07
DIA 2	273,03	313,85	164,58	83,27
DIA 3	254,43	211,78	196,47	133,97
Media =	236,86			

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 124 Densidad instituciones publica y privadas

	PESO 1 (Kg/m3)	PESO 2 (Kg/m3)	PESO 3 (Kg/m3)	PESO 4 (Kg/m3)
DIA 1	49,03			
DIA 2	57,55	93,13		
DIA 3	56,68	51,71		
Media =	61,62			

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 125 Densidad de residuos establecimientos educativos

DIA	PESO 1 (Kg/m3)	PESO 2 (Kg/m3)	PESO 3 (Kg/m3)	PESO 4 (Kg/m3)
DIA 1	54,01	84,20		
DIA 2	48,46	75,27	60,39	43,99
DIA 3	72,69	65,07	108,44	
Media =	68,06			

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 126 Densidad de residuos en industrias

DIA	PESO 1 (Kg/m3)	PESO 2 (Kg/m3)	PESO 3 (Kg/m3)	PESO 4 (Kg/m3)
DIA 1	80,86			
DIA 2	41,54	81,65	139,91	31,45
DIA 3				
Media =	75,08			

Fuente: Elaboración propia

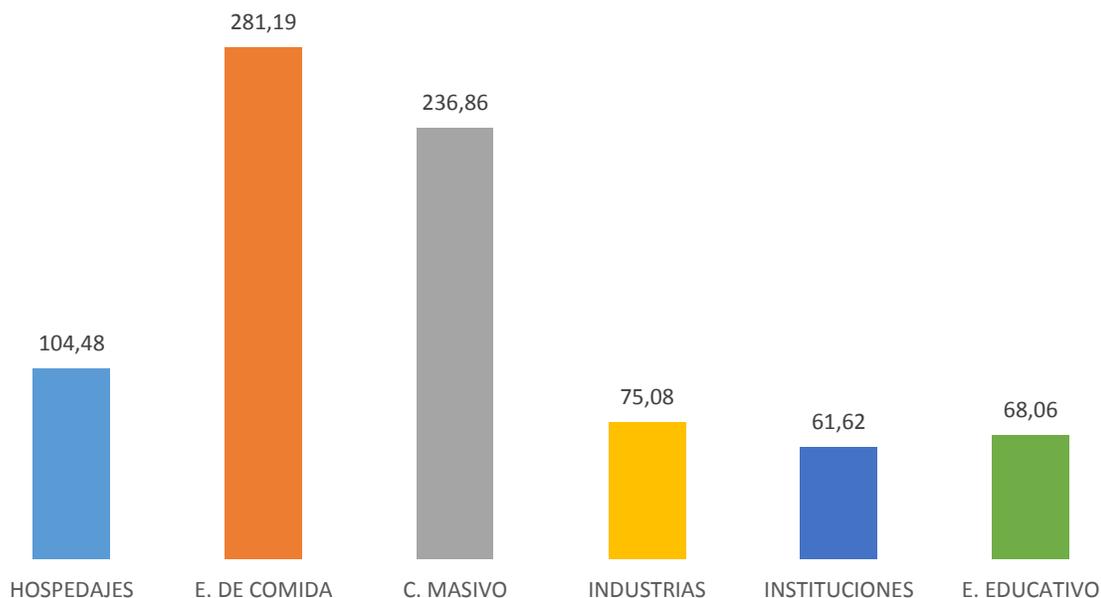
Tabla No. 127 Resumen de Densidad de fuentes no domiciliaria

CATEGORIA	DENSIDAD (Kg/m3)
HOSPEDAJES	104,48
E. DE COMIDA	281,19
C. MASIVO	236,86
INDUSTRIAS	75,08
INSTITUCIONES	61,62
E. EDUCATIVO	68,06

Fuente: Elaboración propia

Se adjunta al presente documento el ANEXO 8: Análisis de datos del Peso Volumétrico o densidad de residuos sólidos en fuentes No Domiciliarias.

Gráfico No. 92 Comparación de densidades fuentes no domiciliarias



Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 128 Densidad de residuos general ponderada de fuentes no domiciliarias

CATEGORIA	(Kg/m3)	GENERACION TON/DIA	%	DENSIDAD PONDERADA GENERAL (KG/M3)
HOSPEDAJES	104,48	4,87	3,64%	3,80

CATEGORIA	(Kg/m3)	GENERACION TON/DIA	%	DENSIDAD PONDERADA GENERAL (KG/M3)
E. DE COMIDA	281,19	30,86	23,07%	64,86
C. MASIVO	236,86	41,02	30,67%	72,64
INDUSTRIAS	75,08	28,58	21,37%	16,04
INSTITUCIONES	61,62	19,96	14,92%	9,19
E. EDUCATIVO	68,06	8,48	6,34%	4,31
		133,76	100%	170,86

Fuente: Elaboración propia

La densidad para las fuentes no domiciliaria ponderada es de 170,86 kg/m³, considerando el porcentaje relativo de cada fuente generadora.

3.2.24. COMPOSICIÓN FÍSICA DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS

La composición de subproductos de los residuos sólidos no domiciliarios busca identificar porcentualmente los residuos generados para analizar el potencial reciclable, potencial compostable y la fracción no aprovechable. En la siguiente tabla exponemos el detalle de subproductos por rubro, para tener el consolidado siguiendo los lineamientos de la NB 743-2019

3.2.24.1. Subproductos generados en fuente no domiciliaria por rubro

Tabla No. 129 Composición física por fuente no domiciliaria

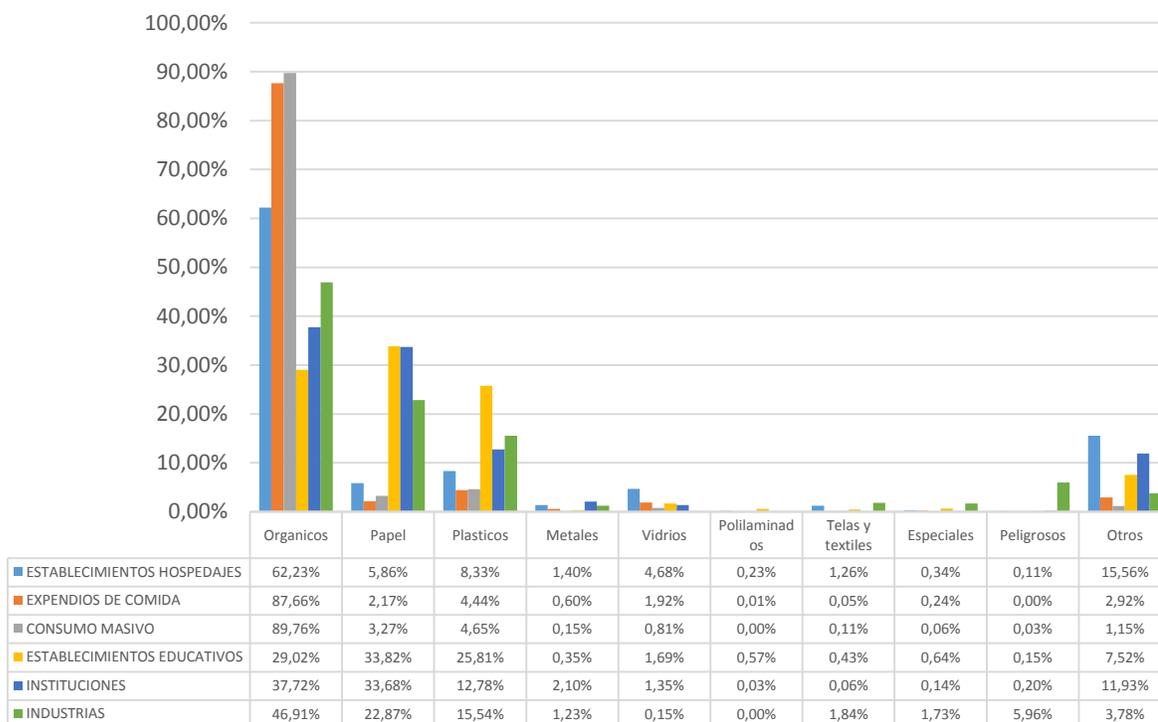
Clasificación	ESTABLECIMIENTOS HOSPEDAJES		EXPENDIOS DE COMIDA		CONSUMO MASIVO		ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS		INSTITUCIONES		INDUSTRIAS		Peso total, en kg	%
Restos de frutas, verduras y similares	77,78	39,40%	331,7	45,99%	189,91	54,19%	7,72	6,31%	3,10	4,80%	11,50	18,95%	621,71	40,99%
Restos de comida	41,83	21,19%	298	41,32%	100,55	28,69%	27,77	22,69%	21,23	32,85%	18,20	29,99%	507,58	33,47%
Huesos	0,36	0,18%	2,5	0,35%	0,36	0,10%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	3,22	0,21%
Madera no tratada	0	0,00%	0	0,00%	1,32	0,38%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	1,32	0,09%
Restos de podas	2,87	1,45%	0	0,00%	22,4	6,39%	0,03	0,02%	0,05	0,08%	-	0,00%	25,35	1,67%
Papel Blanco	1,33	0,67%	1,36	0,19%	0,14	0,04%	8,83	7,21%	12,47	19,29%	1,64	2,70%	25,77	1,70%
Papel de color	0,21	0,11%	0	0,00%	0	0,00%	1,02	0,83%	0,26	0,40%	-	0,00%	1,49	0,10%
Periódico	0,14	0,07%	0	0,00%	0,08	0,02%	0,39	0,32%	0,23	0,36%	0,12	0,20%	0,96	0,06%
Cartón	5,72	2,90%	1,3	0,18%	5,49	1,57%	3,72	3,04%	5,33	8,25%	3,39	5,59%	24,95	1,65%
Revistas	0,02	0,01%	0	0,00%	0	0,00%	0,2	0,16%	0,33	0,51%	-	0,00%	0,55	0,04%
Otros (Papel Contaminado)	4,15	2,10%	12,96	1,80%	5,76	1,64%	27,23	22,25%	3,15	4,87%	9,37	15,44%	62,62	4,13%
Plástico 1, Tereftalato de Polietileno (PET)	5,29	2,68%	4,99	0,69%	1,39	0,40%	2,65	2,17%	2,00	3,09%	0,80	1,32%	17,12	1,13%
Plástico 2, Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	0,78	0,40%	2,39	0,33%	1,1	0,31%	1,11	0,91%	0,32	0,50%	0,76	1,25%	6,46	0,43%
Plástico 3, Cloruro de Polivinilo (PVC)	0,01	0,01%	0,19	0,03%	0,03	0,01%	0,02	0,02%	0,06	0,09%	0,05	0,08%	0,36	0,02%
Plástico 4, Polietileno de Baja Densidad (PEBD)	2,58	1,31%	9,3	1,29%	3,49	1,00%	16,63	13,59%	0,87	1,35%	1,13	1,86%	34,00	2,24%
Plástico 5, Polipropileno (PP)	1,15	0,58%	3,07	0,43%	0,95	0,27%	2,83	2,31%	0,67	1,04%	0,21	0,35%	8,88	0,59%

Clasificación	ESTABLECIMIENTOS HOSPEDAJES		EXPENDIOS DE COMIDA		CONSUMO MASIVO		ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS		INSTITUCIONES		INDUSTRIAS		Peso total, en kg	%
Plástico 6, Poliestireno (PS)	0,96	0,49%	2,35	0,33%	0,51	0,15%	1,13	0,92%	2,50	3,87%	0,11	0,18%	7,56	0,50%
Plástico 7, (ABS)	2,06	1,04%	1,65	0,23%	1,43	0,41%	2,52	2,06%	1,15	1,78%	0,99	1,63%	9,80	0,65%
Bolsas tipo película	2,82	1,43%	7,07	0,98%	7	2,00%	1,63	1,33%	0,39	0,60%	0,33	0,54%	19,24	1,27%
Otros (Fibra Contaminada, envoltura de dulces)	0,8	0,41%	1,03	0,14%	0,4	0,11%	3,07	2,51%	0,30	0,46%	5,80	9,56%	11,40	0,75%
Latas de Aluminio	1,57	0,80%	0,23	0,03%	0,01	0,00%	0,1	0,08%	0,22	0,34%	-	0,00%	2,13	0,14%
Latas de Pintura	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Metales no Ferrosos (Hojalata)	0,81	0,41%	4,06	0,56%	0,49	0,14%	0,29	0,24%	1,06	1,64%	0,56	0,92%	7,27	0,48%
Metales Ferrosos	0,39	0,20%	0,03	0,00%	0,03	0,01%	0,04	0,03%	0,08	0,12%	0,25	0,41%	0,82	0,05%
Vidrio Transparente	2,38	1,21%	5,19	0,72%	1,21	0,35%	0,36	0,29%	0,87	1,35%	-	0,00%	10,01	0,66%
Vidrio Ambar	2,1	1,06%	2,92	0,40%	1,62	0,46%	1,17	0,96%	-	0,00%	-	0,00%	7,81	0,51%
Vidrio Verde	1,31	0,66%	0,2	0,03%	0	0,00%	0,54	0,44%	-	0,00%	-	0,00%	2,05	0,14%
Vidrio Plano	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Vidrio Marrón	3,44	1,74%	5,51	0,76%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	8,95	0,59%
Envases de Tetrapark y Tetrabric	0,45	0,23%	0,05	0,01%	0	0,00%	0,7	0,57%	0,02	0,03%	-	0,00%	1,22	0,08%
Telas y textiles	2,43	1,23%	0,28	0,04%	0,39	0,11%	0,51	0,42%	0,04	0,06%	0,68	1,12%	4,33	0,29%
Algodón	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,02	0,02%	-	0,00%	-	0,00%	0,02	0,00%
Fibras Sintéticas	0,06	0,03%	0,05	0,01%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	0,11	0,01%
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	0,15	0,08%	0,28	0,04%	0,07	0,02%	0,52	0,42%	0,01	0,02%	0,71	1,17%	1,74	0,11%
Cuero	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Goma	0,28	0,14%	1,42	0,20%	0,14	0,04%	0,23	0,19%	0,08	0,12%	0,18	0,30%	2,33	0,15%
Baterías	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Pilas	0,24	0,12%	0	0,00%	0	0,00%	0,03	0,02%	-	0,00%	-	0,00%	0,27	0,02%
Medicamentos caducos	0,21	0,11%	0	0,00%	0,11	0,03%	0,18	0,15%	0,11	0,17%	-	0,00%	0,61	0,04%
Envases de plaguicidas	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Luminarias incandescentes y lámparas de descarga	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Restos de pintura	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Otros R. Peligrosos (Mat.Hosp. Contaminado)	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,02	0,03%	2,58	4,25%	2,60	0,17%
Papel Sanitarios	24,62	12,47%	18,65	2,59%	1,2	0,34%	5,9	4,82%	2,27	3,51%	0,72	1,19%	53,36	3,52%
Pañales desechables y Toallas Sanit.	4,14	2,10%	0,48	0,07%	1,21	0,35%	1,17	0,96%	2,73	4,22%	-	0,00%	9,73	0,64%
Heces Fecales	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Madera tratada	0,14	0,07%	0,22	0,03%	0	0,00%	0,7	0,57%	0,06	0,09%	0,21	0,35%	1,33	0,09%
Material de Construcción y Escombros	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Residuos Voluminosos	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	-	0,00%	-	0,00%	-	0,00%
Loza y Cerámica	0,02	0,01%	0,19	0,03%	0,7	0,20%	0,16	0,13%	0,36	0,56%	-	0,00%	1,43	0,09%
Residuos Finos	0,74	0,37%	0,58	0,08%	0,44	0,13%	0,99	0,81%	0,24	0,37%	0,30	0,49%	3,29	0,22%
Otros (Materiales Contaminados)	1,04	0,53%	0,96	0,13%	0,49	0,14%	0,19	0,16%	0,05	0,08%	0,09	0,15%	2,82	0,19%
Plastoform	0,02	0,01%	0,01	0,00%	0	0,00%	0,1	0,08%	2,00	3,09%	-	0,00%	2,13	0,14%
	197,4	100,00%	721,17	100,00%	350,42	100,00%	122,4	100,00%	64,63	100,00%	60,68	100,00%	1.516,70	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Comparando la composición física por rubro, agregando los residuos por tipo tenemos el siguiente detalle.

Gráfico No. 93 Comparación composición física de residuos por rubro



Fuente: Elaboración propia

3.2.24.2. Composición física consolidada de fuente no domiciliaria

La composición física consolidada resulta de la ponderación de los datos por rubro con el porcentaje de peso consolidado, la composición física general para fuente no domiciliaria del Municipio de La Paz, tiene el siguiente detalle.

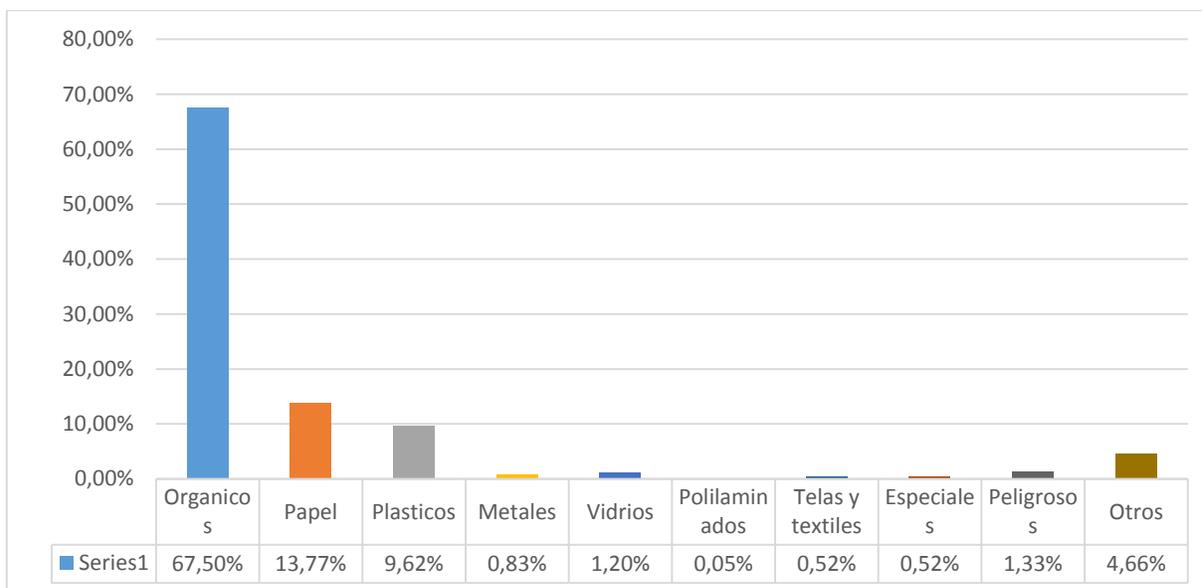
Tabla No. 130 composición física ponderada de fuentes no domiciliarias

Grupo	CLASIFICACION	PESO CONSOLIDADO KG	%	TIPO	% AGRUPADO
1.1. Residuos Orgánicos	Restos de frutas, verduras y similares	32,42%	32,42%	ORGANICO APROVECHABLE	67,50%
	Restos de comida	31,92%	31,92%	NO APROVECHABLE	
	Huesos	0,13%	0,13%	NO APROVECHABLE	
	Madera no tratada	1,02%	1,02%	NO APROVECHABLE	
	Restos de podas	2,03%	2,03%	ORGANICO APROVECHABLE	
	Papel Blanco	3,91%	3,91%	RECICLABLES	13,77%

Grupo	CLASIFICACION	PESO CONSOLIDADO KG	%	TIPO	% AGRUPADO
1.2.1. Papel	Papel de color	0,12%	0,12%	RECICLABLES	
	Periódico	0,11%	0,11%	RECICLABLES	
	Cartón	4,21%	4,21%	RECICLABLES	
	Revistas	0,09%	0,09%	RECICLABLES	
	Otros (Papel Contaminado)	5,33%	5,33%	NO APROVECHABLE	
1.2.2. Plástico	Plástico 1, Tereftalato de Polietileno (PET)	1,14%	1,14%	RECICLABLES	9,62%
	Plástico 2, Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	0,44%	0,44%	RECICLABLES	
	Plástico 3, Cloruro de Polivinilo (PVC)	0,03%	0,03%	NO APROVECHABLE	
	Plástico 4, Polietileno de Baja Densidad (PEBD)	2,99%	2,99%	RECICLABLES	
	Plástico 5, Polipropileno (PP)	0,58%	0,58%	RECICLABLES	
	Plástico 6, Poliestireno (PS)	0,86%	0,86%	NO APROVECHABLE	
	Plástico 7, (ABS)	1,22%	1,22%	NO APROVECHABLE	
	Bolsas tipo película	1,18%	1,18%	NO APROVECHABLE	
Otros (Fibra Contaminada, envoltura de dulces)	1,17%	1,17%	NO APROVECHABLE		
1.2.3. Metales	Latas de Aluminio	0,10%	0,10%	RECICLABLES	0,83%
	Latas de Pintura	0,03%	0,03%	NO APROVECHABLE	
	Metales no Ferrosos (Hojalata)	0,64%	0,64%	RECICLABLES	
	Metales Ferrosos	0,07%	0,07%	RECICLABLES	
1.2.4. Vidrios	Vidrio Transparente	0,54%	0,54%	RECICLABLES	1,20%
	Vidrio Ambar	0,33%	0,33%	RECICLABLES	
	Vidrio Verde	0,09%	0,09%	RECICLABLES	
	Vidrio Plano	0,00%	0,00%	RECICLABLES	
	Vidrio Marrón	0,24%	0,24%	RECICLABLES	
1.2.5. Polilaminados	Envases de Tetrapark y Tetrabrick	0,05%	0,05%	NO APROVECHABLE	0,05%
1.2.6. Telas y Textiles	Telas y textiles	0,42%	0,42%	NO APROVECHABLE	0,52%
	Algodón	0,10%	0,10%	NO APROVECHABLE	
	Fibras Sintéticas	0,00%	0,00%	NO APROVECHABLE	
1.3 Residuos Especiales	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	0,13%	0,13%	ESPECIALES	0,52%
	Cuero	0,00%	0,00%	ESPECIALES	
	Goma	0,38%	0,38%	ESPECIALES	
	Baterías	0,00%	0,00%	ESPECIALES	
	Pilas	0,01%	0,01%	ESPECIALES	
1.4. Peligrosos domiciliarios	Medicamentos caducos	0,53%	0,53%	PELIGROSOS	1,33%
	Envases de plaguicidas	0,00%	0,00%	PELIGROSOS	
	Luminarias incandescentes y lámparas de descarga	0,00%	0,00%	PELIGROSOS	
	Restos de pintura	0,00%	0,00%	PELIGROSOS	
	Otros R. Peligrosos (Mat.Hosp. Contaminado)	0,80%	0,80%	PELIGROSOS	
1.5. Otros	Papel Sanitarios	2,22%	2,22%	NO APROVECHABLE	4,66%
	Pañales desechables y Toallas Sanit.	0,95%	0,95%	NO APROVECHABLE	
	Heces Fecales	0,00%	0,00%	NO APROVECHABLE	
	Madera tratada	0,11%	0,11%	NO APROVECHABLE	
	Material de Construcción y Escombros	0,00%	0,00%	NO APROVECHABLE	
	Residuos Voluminosos	0,00%	0,00%	NO APROVECHABLE	
	Loza y Cerámica	0,16%	0,16%	NO APROVECHABLE	
	Residuos Finos	0,50%	0,50%	NO APROVECHABLE	
	Otros (Materiales Contaminados)	0,24%	0,24%	NO APROVECHABLE	
	Plastoform	0,47%	0,47%	NO APROVECHABLE	
TOTAL (kg)		100,01%	100,00%		100,00%

El 67,50% son residuos orgánicos entre los que sobresalen los restos de fruta y restos de comida, con el 13,77% para papel, los plásticos son el 9,62%. A continuación, se expone los porcentajes de manera agrupada.

Gráfico No. 94 composición física de residuos de fuente no domiciliaria



3.2.24.3. Identificación de potencial aprovechable de residuos No Domiciliarios

El potencial aprovechable de cada una de los rubros definidos se expone a continuación:

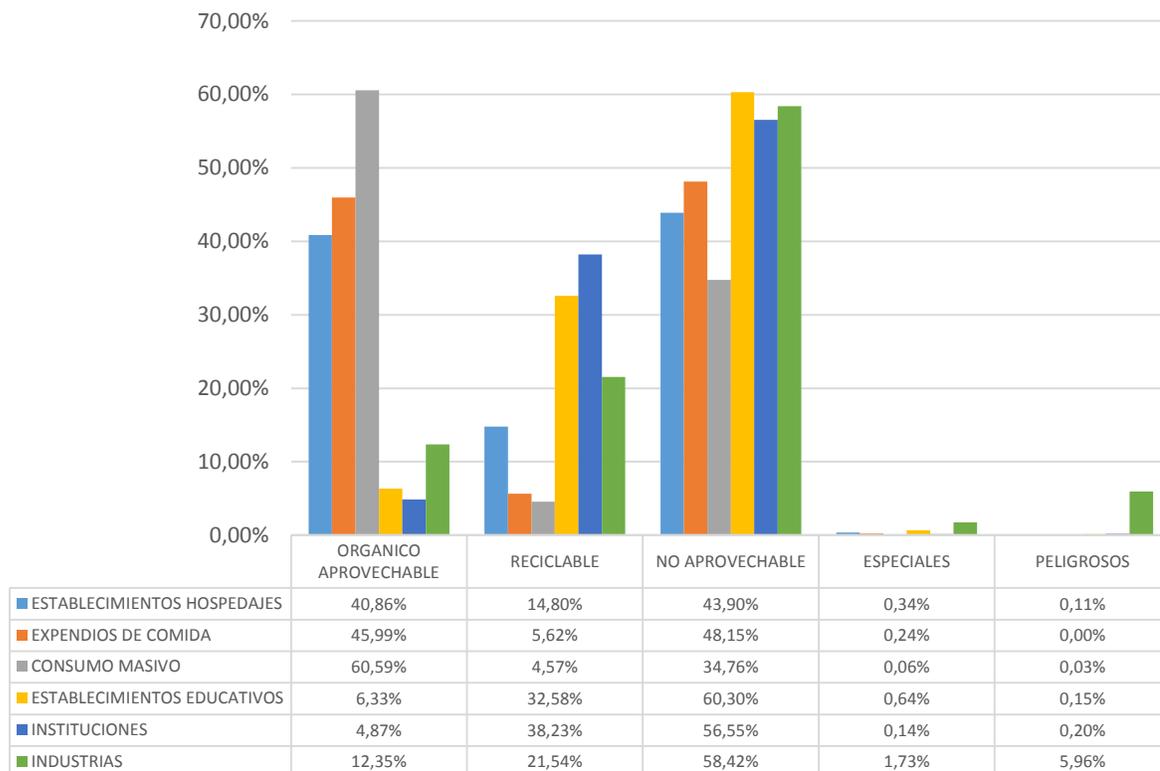
Tabla No. 131 Potencial aprovechable por fuente no domiciliaria

TIPO DE RESIDUOS	ESTABLECIMIENTOS HOSPEDAJES	EXPENDIOS DE COMIDA	CONSUMO MASIVO	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	INSTITUCIONES	INDUSTRIAS
ORGANICO APROVECHABLE	40,86%	45,99%	60,59%	6,33%	4,87%	12,35%
RECICLABLE	14,80%	5,62%	4,57%	32,58%	38,23%	21,54%
NO APROVECHABLE	43,90%	48,15%	34,76%	60,30%	56,55%	58,42%
ESPECIALES	0,34%	0,24%	0,06%	0,64%	0,14%	1,73%
PELIGROSOS	0,11%	0,00%	0,03%	0,15%	0,20%	5,96%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que existe un potencial orgánico aprovechable en el rubro de consumo masivo (mercados) con un 60,59%, seguidamente del rubro de expendios de comida con un 45,99% y en servicio de hospedajes con un 40,86%.

Gráfico No. 95 Comparación de potencial aprovechable por fuente generadora

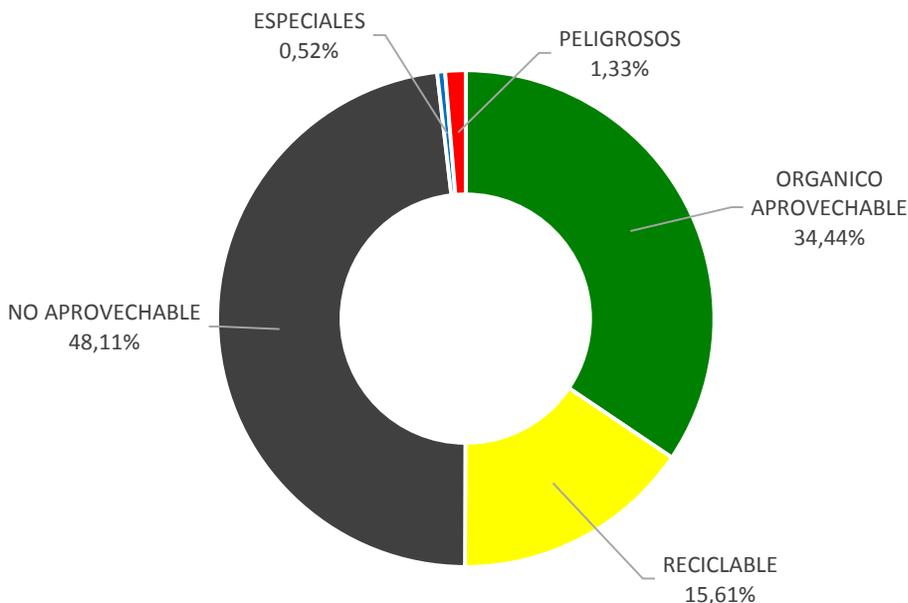


Analizando el grafico anterior, en función a la cadena productiva de los residuos sólidos de la ciudad de La Paz, se define si un subproducto es aprovechable (orgánico aprovechable, reciclable) o no aprovechable, con el siguiente cuadro resumen general.

Tabla No. 132 Resumen de Potencial Aprovechable de fuente no domiciliaria

ORGANICO APROVECHABLE	34,44%
RECICLABLE	15,61%
NO APROVECHABLE	48,11%
ESPECIALES	0,52%
PELIGROSOS	1,33%
TOTAL	100,00%

Fuente: Elaboración Propia



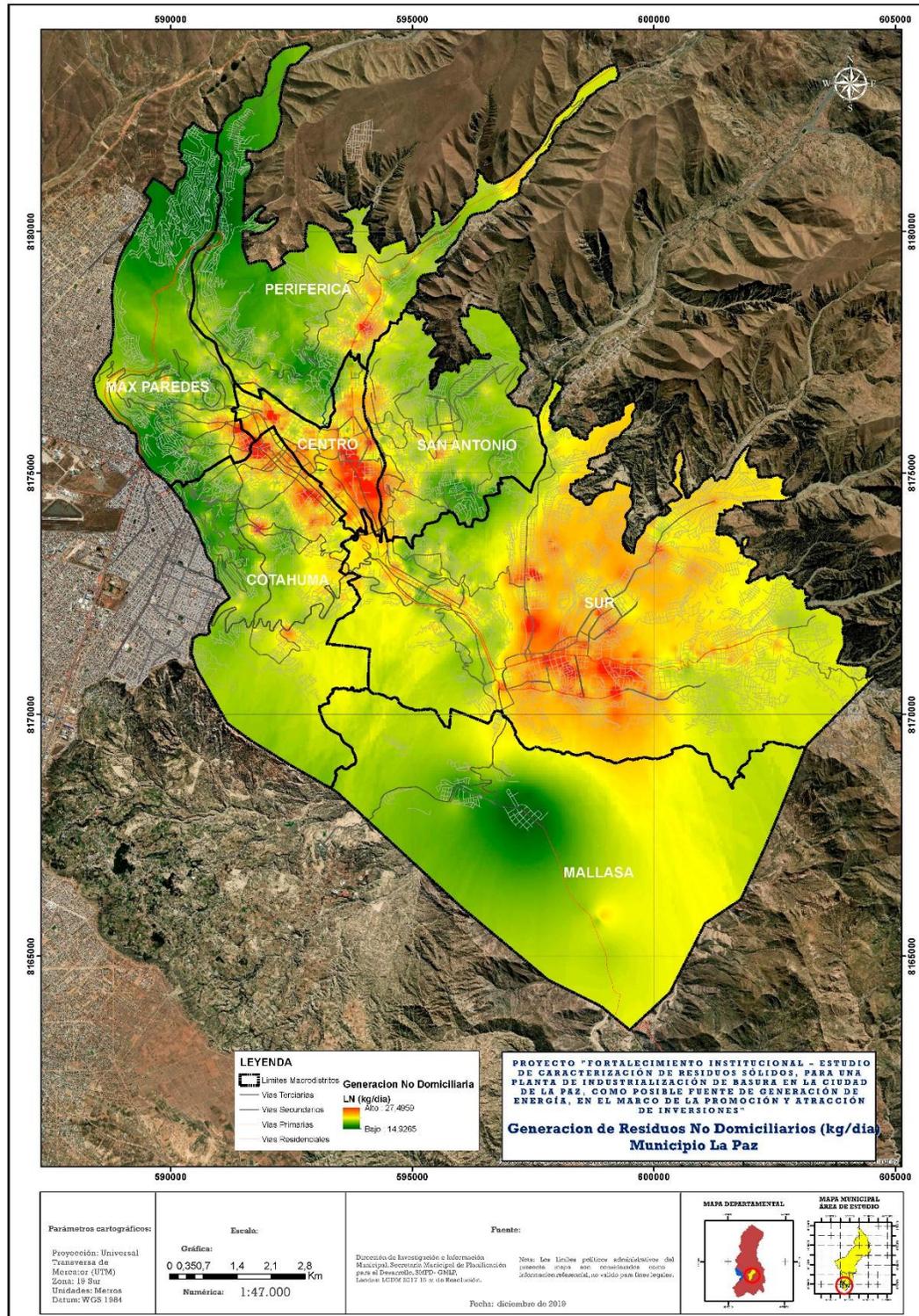
El detalle de la fracción no aprovechable (48,11%) esta compuesta por Papel Sanitarios, Heces Fecales, Material de Construcción y Escombros, Residuos Voluminosos entre otros, la fracción Reciclable (15,61%) considera papel, cartón, vidrio y los tipos de plásticos que se conoce son acopiados para el reciclaje de manera local, los orgánicos aprovechables (34,44%) contemplan los restos de frutas/verduras, restos de comida y los restos de jardinería.

Se adjunta al presente documento el ANEXO 9: Análisis de datos de Composición física de residuos No Domiciliarios.

3.2.24.4. Análisis espacial de la generación de residuos sólidos en fuentes no domiciliarias

Analizando la generación no domiciliaria, considerando los rubros descritos en este acápite, tenemos zonas rojas de generación en diferentes puntos de la ciudad, alrededor de la av. 16 de julio, la zona de los mercados en Max Paredes, y en la zona sur por expendios de comida sobre la avenida Ballivian y la zona de San Miguel.

Mapa No. 11 Análisis espacial de la generación de fuente no domiciliaria





3.3. Resultados generales de la caracterización

Para analizar la generación consideraremos la fuente domiciliaria, no domiciliaria y mercados. Para esto sumaremos todos los valores totales y con ese valor calcularemos la generación per cápita municipal, y con sus porcentajes ponderamos determinaremos la densidad y composición física para la ciudad.

3.3.1. GENERACIÓN TOTAL Y GENERACIÓN PER CÁPITA TOTAL

La generación domiciliaria total es de 550,72 Toneladas por día, consideración los 21 distritos municipales.

Tabla No. 133 Generación total de fuente domiciliaria

MACRODISTRITO	DISTRITO MUNICIPAL	PPCD kg/hab.día	HABITANTES	GENERACION kg/día
CENTRO	Distrito 1	0,589	34.857	20.530,8
CENTRO	Distrito 2	0,512	41.547	21.272,1
COTAHUMA	Distrito 3	0,621	36.971	22.959,0
COTAHUMA	Distrito 4	0,592	54.990	32.554,1
COTAHUMA	Distrito 5	0,634	52.164	33.072,0
COTAHUMA	Distrito 6	0,636	40.023	25.454,6
MAX PAREDES	Distrito 7	0,521	63.653	33.163,2
MAX PAREDES	Distrito 8	0,556	46.762	25.999,7
MAX PAREDES	Distrito 9	0,551	55.282	30.460,4
MAX PAREDES	Distrito 10	0,602	30.289	18.234,0
PERIFERICA	Distrito 11	0,556	87.101	48.428,2
PERIFERICA	Distrito 12	0,600	51.033	30.619,8
PERIFERICA	Distrito 13	0,714	50.842	36.301,2
SAN ANTONIO	Distrito 14	0,551	35.546	19.585,8
SAN ANTONIO	Distrito 15	0,541	38.285	20.712,2
SAN ANTONIO	Distrito 16	0,532	29.085	15.473,2
SAN ANTONIO	Distrito 17	0,556	35.830	19.921,5
SUR	Distrito 18	0,680	62.707	42.640,8
SUR	Distrito 19	0,528	32.217	17.010,6
MALLASA	Distrito 20	0,545	7.804	4.253,2
SUR	Distrito 21	0,565	56.770	32.075,1
			943.758	550.721

Fuente: Elaboración Propia

La generación total de fuente domiciliaria es de 201.013,2 Toneladas anuales donde el macrodistrito de Periférica genera el 20,95%, Cotahuma el 20,71% y el menor generador el macrodistrito de Mallasa con el 0,77%.

Tabla No. 134 Generación de fuente domiciliaria urbana y rural proyectada

AREA	GENERACION KG/DIA	GENERACION TON/DIA	GENERACION TON/SEMANA	GENERACION TON/AÑO	%
CENTRO	41.802,8	41,8	292,6	15.258,0	7,59%
COTAHUMA	114.039,7	114,0	798,3	41.624,5	20,71%
MALLASA	4.253,2	4,3	29,8	1.552,4	0,77%
MAX PAREDES	107.857,2	107,9	755,0	39.367,9	19,58%
PERIFERICA	115.349,1	115,3	807,4	42.102,4	20,95%
SAN ANTONIO	75.692,7	75,7	529,8	27.627,8	13,74%
SUR	91.726,4	91,7	642,1	33.480,1	16,66%
TOTAL	550.721,2	550,7	3.855,0	201.013,2	100%

Fuente: Elaboración propia

Las fuentes no domiciliarias, están agrupadas en comerciales, institucionales, industriales y establecimientos de salud. Con una generación de 147.39 ton/día.

Tabla No. 135 Generación de residuos sólidos de fuentes no domiciliarias

FUENTE GENERADORA	FUENTE GENERADORA	GENERACION KG/DIA	GENERACION TON/DIA	GENERACION TON/SEMANA	GENERACION TON/AÑO	%
COMERCIOS	CONSUMO MASIVO	33.110,20	33,11	231,77	12.085,22	22,46%
	ACTIVIDADES COMERCIALES	7.906,88	7,91	55,35	2.886,01	5,36%
	EXPENDIO DE COMIDA	30.855,73	30,86	215,99	11.262,34	20,94%
	HOSPEDAJE	4.868,84	4,87	34,08	1.777,13	3,30%
INSTITUCIONAL	INSTUCIONES PUB Y PRIV	19.955,18	19,96	139,69	7.283,64	13,54%
	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	8.482,22	8,48	59,38	3.096,01	5,76%
ESTABLECIMIENTO DE SALUD	SALUD	13.622,59	13,62	95,36	4.972,25	9,24%
INDUSTRIALES	INDUSTRIAS	28.584,21	28,58	200,09	10.433,24	19,39%
	TOTAL	147.385,85	147,39	1.031,70	53.795,84	100,00%

Fuente: Elaboración propia

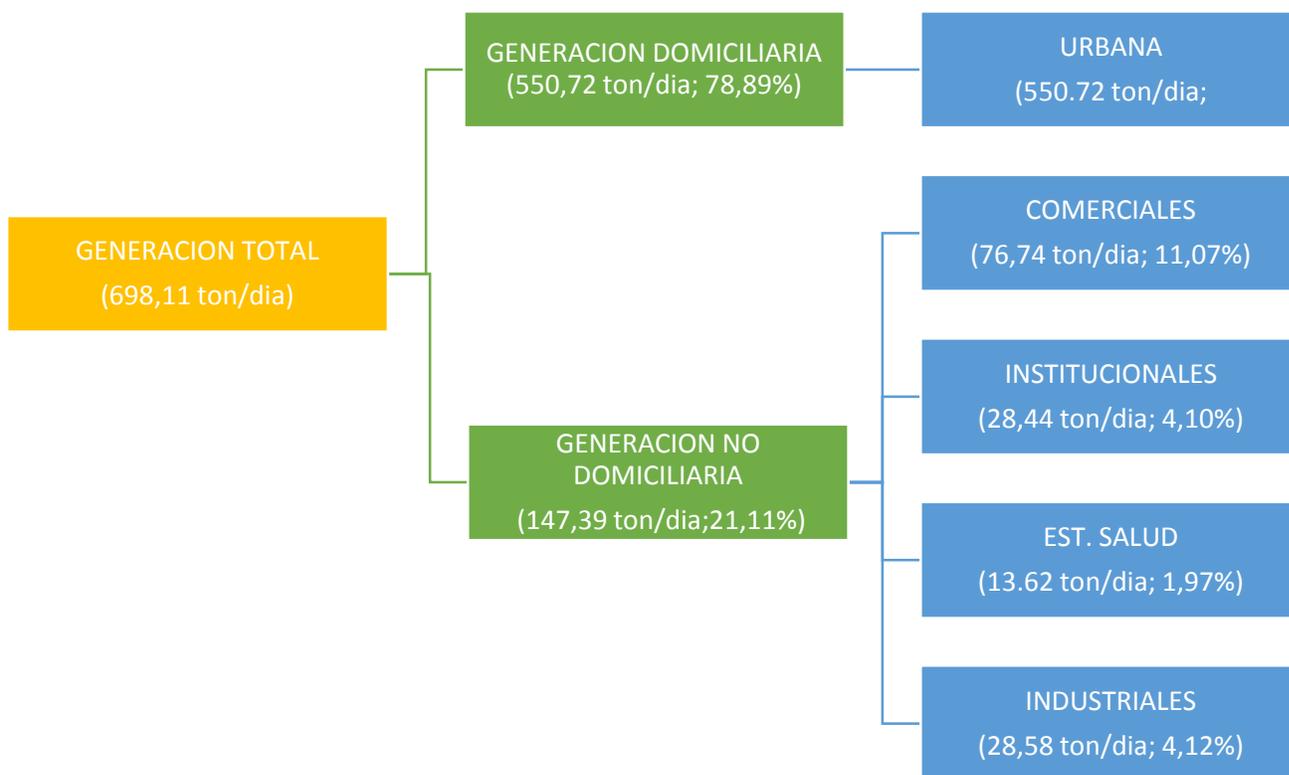
La generación total de residuos sólidos del Municipio de La Paz es de 698,11 ton/día, de la cual el 78,89% es domiciliarios.

Tabla No. 136 Generación Total de residuos sólidos en el Municipio de La Paz.

FUENTE	GENERACION KG/DIA	GENERACION TON/DIA	GENERACION TON/SEMANA	GENERACION TON/AÑO	%
DOMICILIARIA	550.721,20	550,72	3.855,05	201.013,24	78,89%
COMERCIALES	76.741,65	76,74	537,19	28.010,70	10,99%
INSTITUCIONAL	28.437,40	28,44	199,06	10.379,65	4,07%
ESTABLECIMIENTO	13.622,59	13,62	95,36	4.972,25	1,95%
INDUSTRIALES	28.584,21	28,58	200,09	10.433,24	4,09%
TOTAL GENERAL	698.107,05	698,11	4.886,75	254.809,07	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico No. 96 Esquema de generación de residuos sólidos del Municipio de La Paz.



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.1. Generación per cápita municipal total (PPC)

La sumatoria total de la generación de residuos dividida entre la población¹⁰ total del municipio urbano de La Paz , nos da una PPC de 0,740 kg/hab.día

$$PPCMT = \frac{GENERACION\ DOMICILIARIA \left(\frac{kg}{dia}\right) + GENERACION\ NO\ DOMICILIARIA \left(\frac{kg}{dia}\right)}{POBLACION\ TOTAL\ (hab)}$$

Tabla No. 137 Calculo de generación per cápita municipal total

GENERACION TOTAL DIA (KG/DIA)	POBLACION TOTAL (HAB)	PPC (kg/hab.día)
698.107,05	943.758,00	0,740

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2. Cobertura en peso de la generación de residuos sólidos.

El análisis cobertura en peso del servicio de aseo urbano, se realiza comparando la generación total de residuos respecto la recolección histórica de residuos, para esto tenemos los datos de la balanza de ingreso a disposición final desde enero 2018 a diciembre 2018.

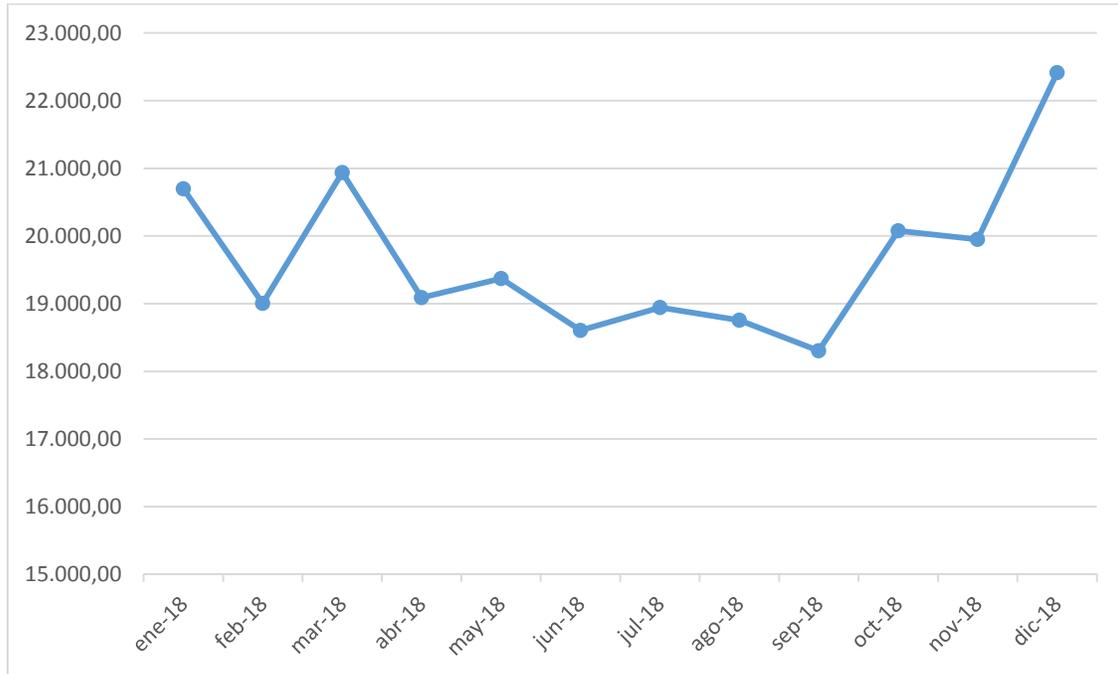
Tabla No. 138 Datos de ingresos a disposición final ENERO 2018 a DICIEMBRE 2019

MES	PESO INGRESO A DISPOSICION FINAL TON/MES
ene-18	20.695,88
feb-18	19.005,92
mar-18	20.935,23
abr-18	19.088,27
may-18	19.372,02
jun-18	18.606,79
jul-18	18.941,69
ago-18	18.754,31
sep-18	18.304,66
oct-18	20.077,37
nov-18	19.948,95
dic-18	22.412,71
TOTAL (ton/año)	236.143,8

¹⁰ Población 2019 proyectada por el INE

Analizando el comportamiento de ingreso al relleno sanitario durante un año se aprecian picos en los meses de diciembre y enero siendo el promedio de recolección diario de 646,97 ton/día.

Gráfico No. 97 Comportamiento de ingreso al sitio de disposición final de julio 2018 a junio 2019



Fuente: Elaboración propia con datos de ingreso a relleno sanitario de Alpacoma

Realizando el cálculo de la recolección diaria respecto a la generación diaria se tiene una cobertura en peso de 92,67%

Tabla No. 139 Cálculo de cobertura en peso de recolección vs generación

PROMEDIO RECOLECCION TON/DIA	GENERACION TON/DIA	RELACION
646,97	698,11	92,67%

Fuente: Elaboración propia

El análisis anterior se realiza con los datos proporcionados por SIREMU del 2018, debido que luego del incidente que tuvieron en el relleno sanitario de Alpacoma en enero de 2019 los datos de pesaje son muy variables. Y no son en condiciones normales, y posteriormente cambiaron el sitio de disposición final, estas condiciones hacen que sea pertinente calcular la cobertura en datos de la gestión 2018.

3.3.2. DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y OTROS MUNICIPALES

El cálculo de densidad considera todos los rubros menos establecimientos de salud con su respectiva relación porcentual respecto al total de generación para calcular la densidad ponderada.

Tabla No. 140 Densidad de los residuos Ponderada general para la ciudad

FUENTE GENERADORA	GENERACION TON/DIA	%	DENSIDAD KG/M3	DENSIDAD PONDERADA KG/M3
DOMICILIARIA	550,72	80,46%	174,19	140,15
CONSUMO MASIVO	41,02	5,99%	236,86	14,19
E. DE COMIDA	30,86	4,51%	281,19	12,68
HOSPEDAJES	4,87	0,71%	104,48	0,74
INSTITUCIONES	19,96	2,92%	61,62	1,80
E. EDUCATIVO	8,48	1,24%	68,06	0,84
INDUSTRIAS	28,58	4,18%	75,08	3,14
TOTAL	684,48	100%		173,54

Fuente: Elaboración propia

La densidad general para la ciudad de La Paz ponderada por la relación porcentual de generación, siendo el valor calculado 173,54 kg/m³

3.3.3. COMPOSICIÓN GENERAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

La composición física ponderada general para la ciudad, considera todas las composiciones de los diferentes rubros determinadas, y multiplicada por su porcentaje.

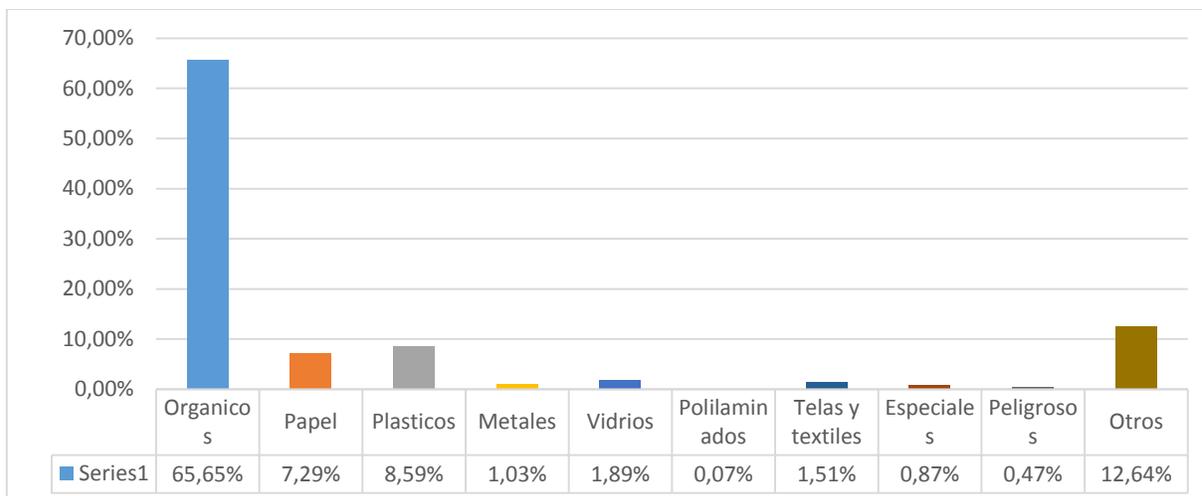
Tabla No. 141 Composición física ponderada general de la ciudad

CLASIFICACION	80,31%	0,7%	4,5%	6,0%	1,2%	2,9%	4,2%	%
	DOMICILIARIOS	ESTABLECIMIENTOS HOSPEDAJES	EXPENDIOS DE COMIDA	CONSUMO MASIVO	ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	INSTITUCIONES	INDUSTRIAS	
Restos de frutas, verduras y similares	47,74%	39,40%	45,99%	54,19%	6,31%	4,80%	12,35%	44,72%
Restos de comida	15,09%	21,19%	41,32%	28,69%	22,69%	32,85%	30,31%	18,40%
Huesos	0,66%	0,18%	0,35%	0,10%	0,00%	0,00%	0,03%	0,56%
Madera no tratada	0,05%	0,00%	0,00%	0,38%	0,00%	0,00%	4,22%	0,24%
Restos de podas	1,65%	1,45%	0,00%	6,39%	0,02%	0,08%	0,00%	1,73%
Papel Blanco	0,65%	0,67%	0,19%	0,04%	7,21%	19,29%	2,31%	1,29%
Papel de color	0,29%	0,11%	0,00%	0,00%	0,83%	0,40%	0,00%	0,25%
Periódico	0,42%	0,07%	0,00%	0,02%	0,32%	0,36%	0,15%	0,36%
Cartón	2,38%	2,90%	0,18%	1,57%	3,04%	8,25%	10,13%	2,74%
Revistas	0,27%	0,01%	0,00%	0,00%	0,16%	0,51%	0,00%	0,23%
Otros (Papel Contaminado)	1,69%	2,10%	1,80%	1,64%	22,25%	4,87%	10,28%	2,41%
Plástico 1, Tereftalato de Polietileno (PET)	1,83%	2,68%	0,69%	0,40%	2,17%	3,09%	0,78%	1,69%
Plástico 2, Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	0,62%	0,40%	0,33%	0,31%	0,91%	0,50%	0,59%	0,59%
Plástico 3, Cloruro de Polivinilo (PVC)	0,06%	0,01%	0,03%	0,01%	0,02%	0,09%	0,03%	0,06%
Plástico 4, Polietileno de Baja Densidad (PEBD)	0,97%	1,31%	1,29%	1,00%	13,59%	1,35%	5,99%	1,36%
Plástico 5, Polipropileno (PP)	0,64%	0,58%	0,43%	0,27%	2,31%	1,04%	0,35%	0,63%
Plástico 6, Poliestireno (PS)	0,41%	0,49%	0,33%	0,15%	0,92%	3,87%	0,40%	0,50%

CLASIFICACION	80,31%	0,7%	4,5%	6,0%	1,2%	2,9%	4,2%	%
	DOMICILIA RIOS	ESTABLE CIMIENT OS HOSPED AJES	EXPENDI OS DE COMIDA	CONSU MO MASIV O	ESTABLECI MIENTOS EDUCATIVO S	INSTITUC IONES	INDUSTRI AS	
Plástico 7, (ABS)	1,78%	1,04%	0,23%	0,41%	2,06%	1,78%	2,85%	1,67%
Bolsas tipo película	1,39%	1,43%	0,98%	2,00%	1,33%	0,60%	0,53%	1,35%
Otros (Fibra Contaminada, envoltura de dulces)	0,64%	0,41%	0,14%	0,11%	2,51%	0,46%	4,01%	0,74%
Latas de Aluminio	0,22%	0,80%	0,03%	0,00%	0,08%	0,34%	0,02%	0,20%
Latas de Pintura	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	0,04%
Metales no Ferrosos (Hojalata)	0,58%	0,41%	0,56%	0,14%	0,24%	1,64%	0,90%	0,59%
Metales Ferrosos	0,23%	0,20%	0,00%	0,01%	0,03%	0,12%	0,18%	0,20%
Vidrio Transparente	1,12%	1,21%	0,72%	0,35%	0,29%	1,35%	0,00%	1,01%
Vdrio Ambar	0,21%	1,06%	0,40%	0,46%	0,96%	0,00%	0,00%	0,24%
Vidrio Verde	0,32%	0,66%	0,03%	0,00%	0,44%	0,00%	0,15%	0,27%
Vidrio Plano	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%
Vidrio Marrón	0,29%	1,74%	0,76%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,28%
Envases de Tetrapark y Tetrabric	0,07%	0,23%	0,01%	0,00%	0,57%	0,03%	0,00%	0,07%
Telas y textiles	1,59%	1,23%	0,04%	0,11%	0,42%	0,06%	1,39%	1,36%
Algodón	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,45%	0,04%
Fibras Sintéticas	0,14%	0,03%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	0,39%	0,08%	0,04%	0,02%	0,42%	0,02%	0,40%	0,34%
Cuero	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%
Goma	0,33%	0,14%	0,20%	0,04%	0,19%	0,12%	1,32%	0,34%
Baterías	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pilas	0,12%	0,12%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,10%
Medicamentos caducos	0,18%	0,11%	0,00%	0,03%	0,15%	0,17%	2,23%	0,25%
Envases de plaguicidas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Luminarias incandescentes y lámparas de descarga	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%
Restos de pintura	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Otros R. Peligrosos (Mat.Hosp. Contaminado)	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	3,73%	0,19%
Papel Sanitarios	5,66%	12,47%	2,59%	0,34%	4,82%	3,51%	1,09%	4,98%
Pañales desechables y Toallas Sanit.	6,01%	2,10%	0,07%	0,35%	0,96%	4,22%	0,31%	5,01%
Heces Fecales	0,93%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,75%
Madera tratada	0,30%	0,07%	0,03%	0,00%	0,57%	0,09%	0,24%	0,26%
Material de Construcción y Escombros	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,16%
Residuos Voluminosos	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Loza y Cerámica	0,39%	0,01%	0,03%	0,20%	0,13%	0,56%	0,00%	0,34%
Residuos Finos	0,42%	0,37%	0,08%	0,13%	0,81%	0,37%	1,53%	0,44%
Otros (Materiales Contaminados)	0,62%	0,53%	0,13%	0,14%	0,16%	0,08%	0,61%	0,55%
Plastoform	0,05%	0,01%	0,00%	0,00%	0,08%	3,09%	0,01%	0,13%

A nivel general el 65,65% son residuos orgánicos, el 12.64% fracción resto y el 8.59 % plásticos, el 7.29 % Papel, entre lo más importante

Gráfico No. 98 composición general de residuos sólidos de la ciudad



Fuente: Elaboración Propia

Considerando la composición física de los residuos por subproducto, vamos a analizar el potencial aprovechable disponible actualmente en la ciudad de La Paz respecto a un aprovechamiento ideal de todos los materiales que tengan potencialidad aprovechable, así mismo considerando la resolución ministerial 432 del 01 de noviembre de 2015 vamos clasificar los residuos por su característica y por su gestión operativa.

Tabla No. 142 Composición física general clasificada por potencial aprovechable, característica y gestión operativa

Grupo	CLASIFICACION	PESO CONSOLIDADO O KG	%	POTENCIAL APROVECHABLE ACTUAL	POTENCIAL APROVECHABLE IDEAL	POR SU CARACTERISTICA	POR SU GESTION OPERATIVA
1.1. Residuos Orgánicos	Restos de frutas, verduras y similares	44,72%	44,72%	ORGANICO APROVECHABLE	ORGANICO APROVECHABLE	ORGANICO	RESIDUOS MUNICIPALES
	Restos de comida	18,40%	18,40%	NO APROVECHABLE	ORGANICO APROVECHABLE	ORGANICO	RESIDUOS MUNICIPALES
	Huesos	0,56%	0,56%	NO APROVECHABLE	ORGANICO APROVECHABLE	ORGANICO	RESIDUOS MUNICIPALES
	Madera no tratada	0,24%	0,24%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	ORGANICO	RESIDUOS MUNICIPALES
	Restos de podas	1,73%	1,73%	ORGANICO APROVECHABLE	ORGANICO APROVECHABLE	ORGANICO	RESIDUOS MUNICIPALES
1.2.1. Papel	Papel Blanco	1,29%	1,29%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Papel de color	0,25%	0,25%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Periódico	0,36%	0,36%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Cartón	2,74%	2,74%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Revistas	0,23%	0,23%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Otros (Papel Contaminado)	2,41%	2,41%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPALES
1.2.2. Plástico	Plástico 1, Tereftalato de Polietileno (PET)	1,69%	1,69%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Plástico 2, Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	0,59%	0,59%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Plástico 3, Cloruro de Polivinilo (PVC)	0,06%	0,06%	NO APROVECHABLE	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Plástico 4, Polietileno de Baja Densidad (PEBD)	1,36%	1,36%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Plástico 5, Polipropileno (PP)	0,63%	0,63%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Plástico 6, Poliestireno (PS)	0,50%	0,50%	NO APROVECHABLE	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Plástico 7, (ABS)	1,67%	1,67%	NO APROVECHABLE	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Bolsas tipo película	1,35%	1,35%	NO APROVECHABLE	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPALES
	Otros (Fibra Contaminada, envoltura de dulces)	0,74%	0,74%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPALES

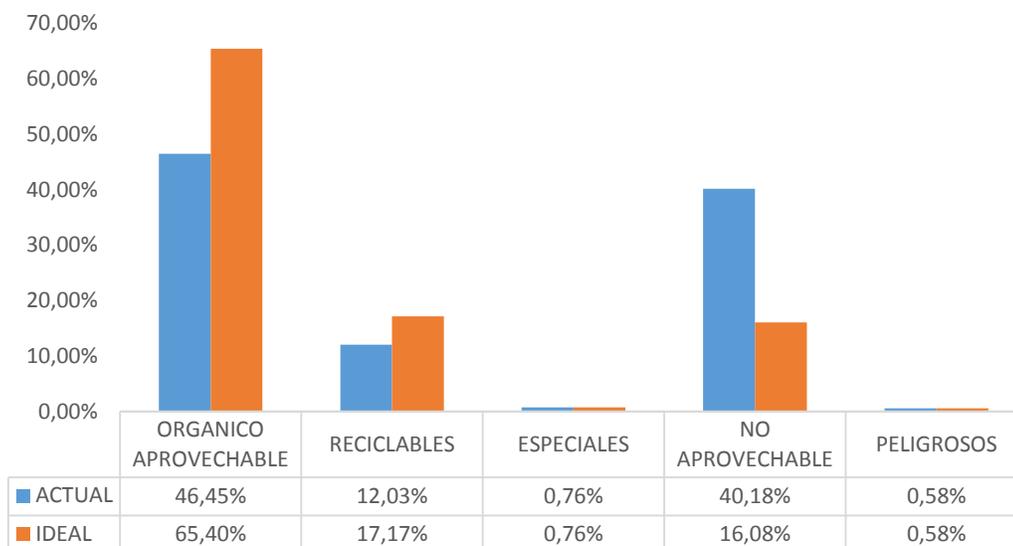
Grupo	CLASIFICACION	PESO CONSOLIDADO O KG	%	POTENCIAL APROVECHABLE ACTUAL	POTENCIAL APROVECHABLE IDEAL	POR SU CARACTERISTICA	POR SU GESTION OPERATIVA
1.2.3. Metales	Latas de Aluminio	0,20%	0,20%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
	Latas de Pintura	0,04%	0,04%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS PELIGROSOS
	Metales no Ferrosos (Hojalata)	0,59%	0,59%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
	Metales Ferrosos	0,20%	0,20%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
1.2.4. Vidrios	Vidrio Transparente	1,01%	1,01%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
	Vidrio Ambar	0,24%	0,24%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
	Vidrio Verde	0,27%	0,27%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
	Vidrio Plano	0,09%	0,09%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
	Vidrio Marrón	0,28%	0,28%	RECICLABLES	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
1.2.5. Polilaminados	Envases de Tetrapark y Tetrabric	0,07%	0,07%	NO APROVECHABLE	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
1.2.6. Telas y Textiles	Telas y textiles	1,36%	1,36%	NO APROVECHABLE	RECICLABLES	RECICLABLES	RESIDUOS MUNICIPAL
	Algodón	0,04%	0,04%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Fibras Sintéticas	0,11%	0,11%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
1.3 Residuos Especiales	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	0,34%	0,34%	ESPECIALES	ESPECIALES	ESPECIALES	RESIDUOS ESPECIALES
	Cuero	0,09%	0,09%	ESPECIALES	ESPECIALES	ESPECIALES	RESIDUOS ESPECIALES
	Goma	0,34%	0,34%	ESPECIALES	ESPECIALES	ESPECIALES	RESIDUOS ESPECIALES
	Baterías	0,00%	0,00%	PELIGROSOS	PELIGROSOS	PELIGROSOS	RESIDUOS PELIGROSOS
	Pilas	0,10%	0,10%	PELIGROSOS	PELIGROSOS	PELIGROSOS	RESIDUOS PELIGROSOS
1.4. Peligrosos domiciliarios	Medicamentos caducos	0,25%	0,25%	PELIGROSOS	PELIGROSOS	PELIGROSOS	RESIDUOS PELIGROSOS
	Envases de plaguicidas	0,00%	0,00%	PELIGROSOS	PELIGROSOS	PELIGROSOS	RESIDUOS PELIGROSOS
	Luminarias incandescentes y lámparas de descarga	0,03%	0,03%	PELIGROSOS	PELIGROSOS	PELIGROSOS	RESIDUOS PELIGROSOS
	Restos de pintura	0,00%	0,00%	PELIGROSOS	PELIGROSOS	PELIGROSOS	RESIDUOS PELIGROSOS
	Otros R. Peligrosos (Mat.Hosp. Contaminado)	0,19%	0,19%	PELIGROSOS	PELIGROSOS	PELIGROSOS	RESIDUOS PELIGROSOS
1.5. Otros	Papel Sanitarios	4,98%	4,98%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Pañales desechables y Toallas Sanit.	5,01%	5,01%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Heces Fecales	0,75%	0,75%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Madera tratada	0,26%	0,26%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Material de Construcción y Escombros	0,16%	0,16%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS ESPECIALES
	Residuos Voluminosos	0,00%	0,00%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Loza y Cerámica	0,34%	0,34%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS ESPECIALES
	Residuos Finos	0,44%	0,44%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Otros (Materiales Contaminados)	0,55%	0,55%	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
	Plastoform	0,13%	0,13%	NO APROVECHABLE	RECICLABLES	NO APROVECHABLE	RESIDUOS MUNICIPAL
TOTAL (kg)		100,00%	100,00 %				

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.1. Potencial aprovechable de los residuos sólidos municipales

El potencial aprovechable general para la ciudad se estima en función a la composición por subproductos descrita en el acápite anterior. Se analiza la cadena productiva de los residuos sólidos en la ciudad de La Paz, considerando acopiadores e industrias que compran materiales para el reciclaje de existentes como el escenario ACTUAL, y desde la perspectiva de los materiales que en un corto y mediano plazo por sus características físicas o composición química podrían ser aprovechadas como el escenario IDEAL

Gráfico No. 99 Potencial aprovechable general de la ciudad



Fuente: Elaboración Propia

Comparando el potencial aprovechable ideal con el actual identificado en la ciudad de La Paz, vemos que los orgánicos aprovechables tienen una diferencia de 19 % siendo lo potencial actualmente 46,45% y lo ideal 65,40%. en lo que se refiere a los materiales reciclables el potencial ideal es de 17,17% y el actual es de 12,03% considerando que la ciudad de La Paz actualmente no tiene cadenas productivas de residuos para algunos plásticos como el PVC o el Poliestireno o el tretrapack, que si son materiales que tienen potencial aprovechable.

Gráfico No. 100 Potencial aprovechable de residuos sólidos actual

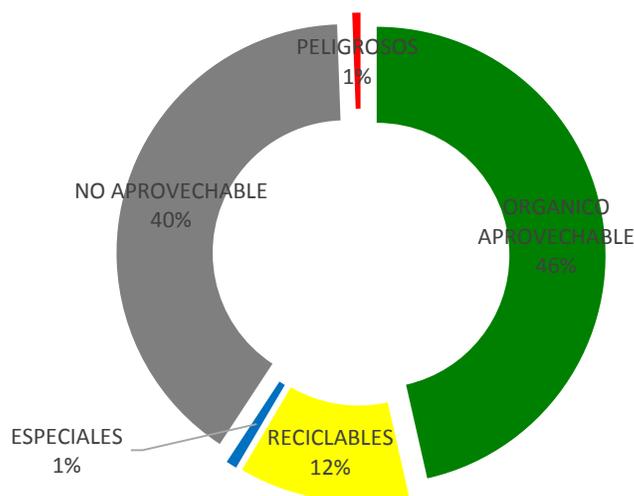


Tabla No. 143 Cantidad de residuos aprovechables por tipo

TIPO RESIDUO	ESCENARIO ACTUAL DE APROVECHAMIENTO	Generacion Ton/dia
ORGANICO APROVECHABLE	46,45%	324,27
RECICLABLES	12,03%	84,01
ESPECIALES	0,76%	5,34
NO APROVECHABLE	40,18%	280,47
PELIGROSOS	0,58%	4,02
TOTAL	100,00%	698,11

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes del escenario actual sales de la sumatoria de los subproductos que actualmente tienen una cadena productiva de aprovechamiento instalada.

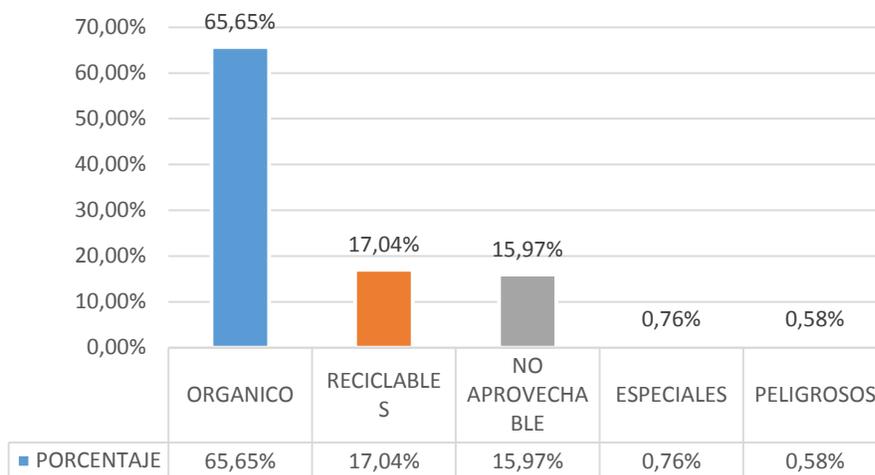
3.3.3.2. Clasificación de residuos por sus características

La clasificación de residuos por sus características considera tres categorías los no peligrosos (orgánicos, reciclables, no aprovechable), los residuos especiales y los residuos peligrosos según Resolución Ministerial 432. Para la ciudad de La Paz se tiene como residuos no peligrosos 98,66%, residuos peligrosos 0,58% y residuos especiales 0,76%

Tabla No. 144 Clasificación de residuos por su característica

TIPO RESIDUO	PORCENTAJE	GENERACION TON/DIA
ORGANICO	65,65%	458,28
RECICLABLES	17,04%	118,96
NO APROVECHABLE	15,97%	111,51
ESPECIALES	0,76%	5,34
PELIGROSOS	0,58%	4,02
TOTAL	100,00%	698,11

Gráfico No. 101 Clasificación de residuos por sus características



3.3.3.3. Clasificación por su gestión operativa

La clasificación por su gestión operativa considera los residuos municipales 98,11%, residuos peligrosos 0,62%, residuos especiales 1,27%.

Tabla No. 145 Clasificación por gestión operativa

TIPO RESIDUO	PORCENTAJE	GENERACION TON/DIA
RESIDUOS MUNICIPAL	98,11%	684,93
RESIDUOS PELIGROSOS	0,62%	4,32
RESIDUOS ESPECIALES	1,27%	8,86
TOTAL	100,00%	698,11

Gráfico No. 102 Clasificación de residuos por gestión operativa



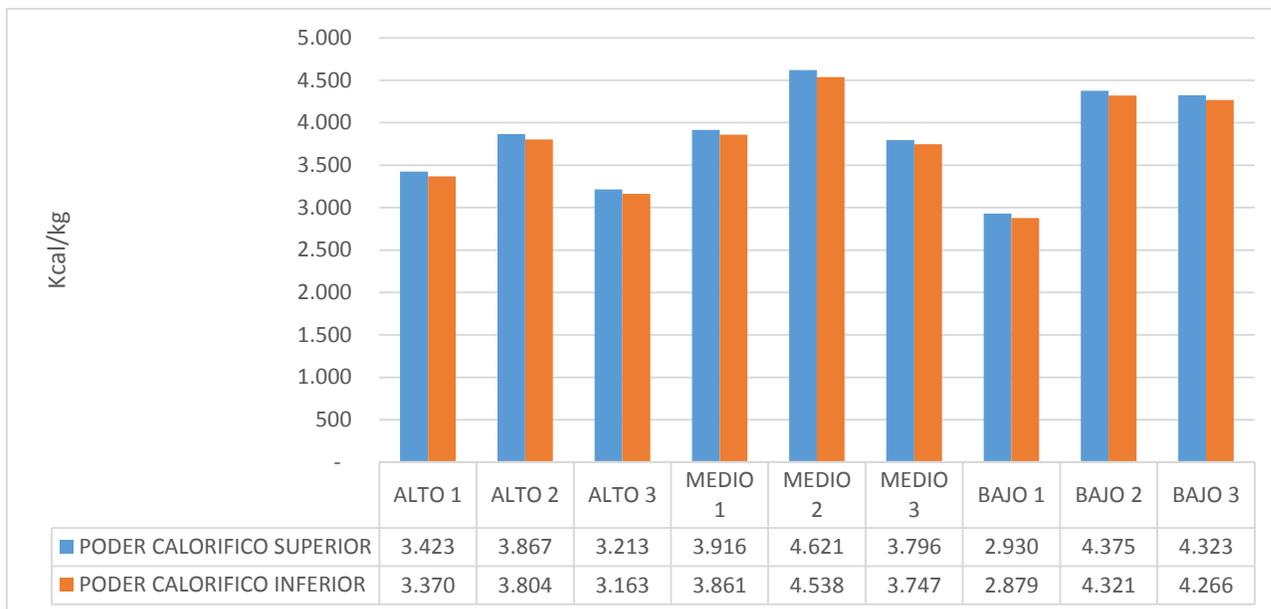
3.3.4. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE LA PAZ

Analizando los parámetros químicos en la fuente domiciliaria tenemos los siguientes resultados

Tabla No. 146 Parámetro físico químicos de fuente domiciliaria

PARAMETRO	UNID	METODO DE ANALISIS	ALTO 1	ALTO 2	ALTO 3	MEDIO 1	MEDIO 2	MEDIO 3	BAJO 1	BAJO 2	BAJO 3
AZUFRE	%	NB 749	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CENIZAS (%)	%	NB746	7,6	5,3	6,1	6,7	4,6	4,9	8,9	7,5	8,7
HUMEDAD (%)	%	NB745	57,4	68,23	53,8	59,6	89,0	52,8	55,2	58	61,5
MERCURIO	oom	EPA 7471 A	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
NITRÓGENO TOTAL	ppm	NB748	0,3	0,8	0,3	1,5	0,4	0,2	1,3	1,6	0,1
PODER CALORIFICO SUPERIOR	kcal/kg	NB750	3423,0	3867,0	3213,0	3916,0	4621,0	3796,0	2930,0	4375,0	4323,0
PODER CALORIFICO INFERIOR	kcal/kg	NB750	3370,0	3804,0	3163,0	3861,0	4538,0	3747,0	2879,0	4321,0	4266,0
RELACIÓN C/N	adimensional	NB752	55,2	31,0	43	39,5	43,2	52,0	70,9	55,4	44,7

Gráfico No. 103 Poder calorífico superior e inferior en fuentes domiciliarias



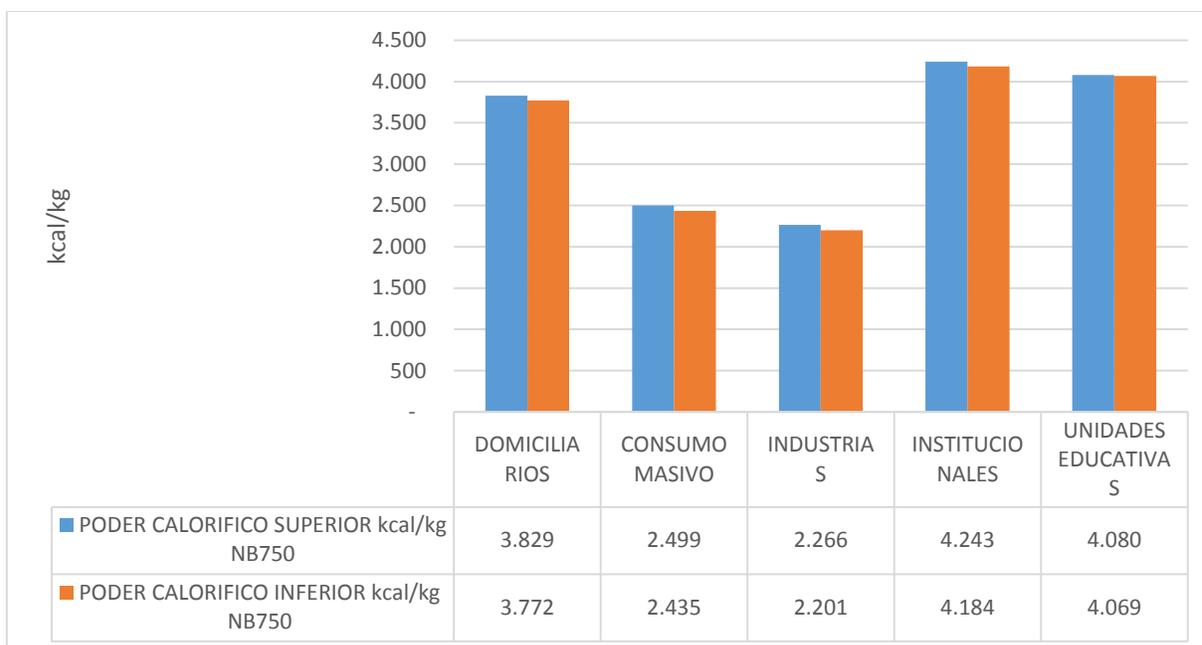
En las fuentes No domiciliarias

Tabla No. 147 Resultados análisis laboratorios fuentes No domiciliarios

PARAMETRO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS	CONSUMO MASIVO 1	CONSUMO MASIVO 2	UNIDADES EDUCATIVAS 1	UNIDADES EDUCATIVAS 2	INSTITUCIONES 1	INSTITUCIONES 2	INDUSTRIALES 1	INDUSTRIALES 2
AZUFRE	%	NB 749	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
CENIZAS	%	NB746	5,9	16,9	7,4	5,8	6,0	18,0	10	11,0
HUMEDAD	%	NB745	65,2	72,6	10,8	10,8	58,00	70,0	69,5	71,0
MERCURIO	ppm	EPA 7471A	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
NITROGENO TOTAL	ppm	NB748	0,2	0,33	0,05	0,09	0,09	0,21	2	0,80
PODER CALORIFICO SUPERIOR	kcal/kg	NB750	2514	2484	4236	3923	4364	4122,0	3220	1312,0
PODER CALORIFICO INFERIOR	kcal/kg	NB750	2454	2417	4226	3913	4310	4057	3156	1246
RELACION CARBONO NITROGENO	adimensional	NB752	324,5	147	1064,4	573	627,4	229	262	64,8

Resumen del poder calorífico superior e inferior

Gráfico No. 104 Poder calorífico de todas las fuentes



Calculando parámetro para todos los residuos de la ciudad en función a su porcentaje de generación diario.

Tabla No. 148 Calculo ponderados de parámetros físico químicos

FUENTE GENERADORA	GENERACION KG/DIA	% PONDERADO	PODER CALORIFICO SUPERIOR KCAL/KG		PODER CALORIFICO INFERIOR KCAL/KG		HUMEDAD %		CENIZAS %	
			OBTENIDO	PONDERADO	OBTENIDO	PONDERADO	OBTENIDO	PONDERADO	OBTENIDO	PONDERADO
DOMICILIARIA	550.721,20	78,7%	3.829	3.014,9	3.772	2.969,9	61,7	48,60	6,7	5,28
COMERCIALES	76.741,65	11,1%	2.499	276,7	2.435	269,7	68,9	7,63	11,4	1,26
INSTITUCIONALES	19.955,18	2,9%	4.243	122,2	4.184	120,5	64,0	1,84	12,0	0,35
UNIDADES EDUCATIVAS	8.482,22	1,2%	4.080	49,9	4.069	49,8	10,8	0,13	6,6	0,08
INDUSTRIAS	28.584,21	4,1%	2.266	93,5	2.201	90,8	70,3	2,90	10,5	0,43
ESTABLECIMIENTO DE SALUD	13.622,59	2,0%		-		-		-		-
SUMA	698.107,05	100,0%		3.557,2		3.500,6		61,10		7,40

El poder calorífico superior ponderado es de 3.557,2 kcal/kg, el poder calorífico inferior ponderado es de 3.500,6 kcal/kg, la humedad es del 61,10 % y el porcentaje de cenizas es del 7,40%



IV. Análisis de alternativas tecnológicas de tratamiento de residuos sólidos.

4.1. Resumen de parámetros físicos químicos de los residuos sólidos en la ciudad de La Paz

Para realizar el análisis de alternativas tecnológicas de tratamientos es importante resumir los diferentes parámetros físicos químicos de los residuos sólidos de la ciudad de La Paz.

4.1.1. Generación de residuos

La generación per cápita domiciliar es de 0.584 kg/hab. día y considerando la generación de residuos no domiciliarios se tiene un PPC de 0.740 kg/hab. día. Con una generación total diaria de 698,11 Ton/día.

4.1.2. Densidad de los residuos

Considerando de las diferentes fuentes generadoras y sus pesos ponderados en la generación total de residuos por días, la densidad es de 173,54 kg/m³

4.1.3. Composición física de los residuos

De la misma forma la composición física de los residuos de manera ponderada, es 65,65% orgánicos, 7,29% Papel, 8,59% plásticos, 1,03% metales, 1,89% vidrios, 0,07% poli laminados, 1,51% telas y textiles, 0,87% especiales, 0,47% peligrosos y un 12,64% otros. Los datos de cada uno de los tipos de residuos por subproductos de manera detallada se pueden apreciar en la Tabla No. 141.

4.1.4. Cenizas

El porcentaje de cenizas es de 7,40 %

4.1.5. Humedad

El porcentaje de humedad es del 61,10%

4.1.6. Poder calorífico

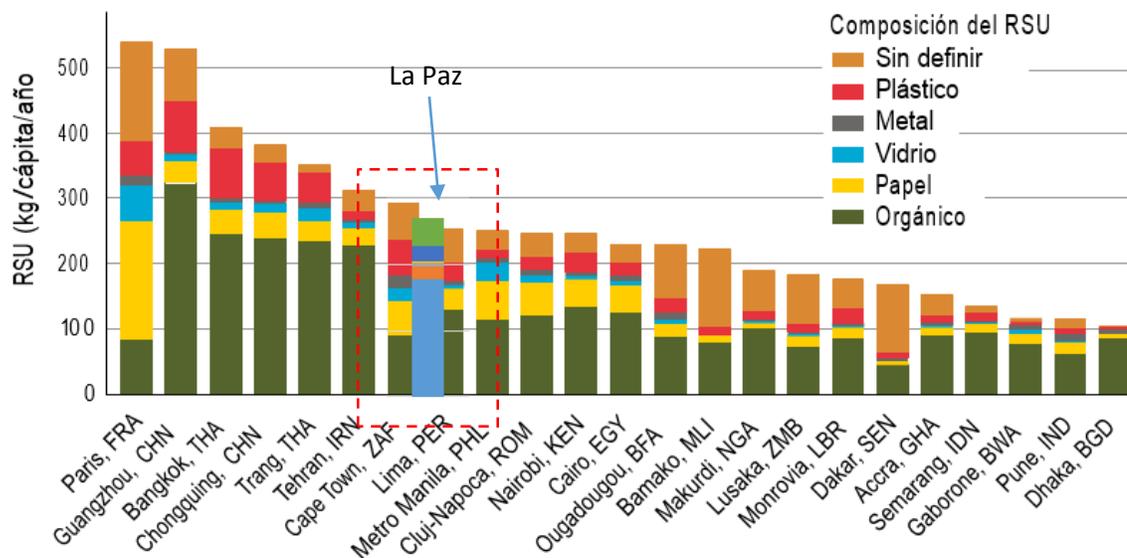
El poder calorífico superior es de 3.557 kcal/kg equivalente a 14,89 MJ/kg y el poder calorífico inferior es de 3.500 kcal/kg.

4.1.7. Comparación de la composición física con otros países

Un ciudadano urbano de un país en vías de desarrollo o emergente genera, en promedio, entre 100 y 400 kg de RSU por año, Los motivos de este amplio rango y de la gran incertidumbre se deben a los diferentes niveles de desarrollo económico y consumo, así como a la estimación del volumen de residuos generados. Algunas estadísticas utilizan el total estimado de residuos. En el caso de la ciudad de La Paz la generación anual por persona es de 270,5 kg/habitante. año, que sale de multiplicar la generación per cápita municipal (0.740 kg/hab.día) diaria por 365 días del año.

Siendo un parámetro de comparación vemos que por el total de generación per capita anual, los datos de la ciudad lo ubican entre ciudad de Lima (PERU) y Cape Town (sudafrica), de los 270,5 kg/anuales, 177,59kg son orgánicos; 19,72 kg papel; 5,13 kg vidrios; 2,77 kg metales; 23,24 plásticos y 42,08 kg fracción resto.

Gráfico No. 105 Comparación composición física de residuos con otras ciudades



4.2. Contexto mundial tratamiento de residuos sólidos y valorización energética

Desde el comienzo de la historia, los seres humanos han generado los residuos sólidos y los dispuestos en sitios improvisados o se les prendió fuego. Después de la revolución industrial, cerca del final del siglo 18, la cantidad de bienes usados y desechados por la gente aumentó tanto que era necesario para que las ciudades gestionen sus residuos de manera adecuada. Desde mediados del siglo 20 la problemática se agudizó debido al incremento en la cultura de consumo por la población, multiplicándose la generación de residuos de manera considerable.

En respuesta, los países más avanzados desarrollaron diversos medios y tecnologías para tratar los desechos sólidos. Estos van desde la reducción de los desechos por productos de diseño y embalaje, para el reciclaje de materiales, el compostaje de residuos verdes, de combustión con recuperación de energía, comúnmente llamado de residuos a energía (WTE), y el depósito en rellenos sanitarios. Se ha estimado que el mundial de RSU asciende a más de 1,2 mil millones de toneladas (BID, 2013), de los cuales mil millones son dispuestos y de 0,2 mm son tratados por diferentes tecnologías de conversión de residuos en energía. Además, sólo el 20% del está dispuesto en rellenos sanitarios que reducen las emisiones lixiviados y gases.

Actualmente, se ha desarrollado exponencialmente la valorización energética de los residuos en el mundo, debido a que existen políticas en pro del cambio climático para el desarrollo del campo de residuos a energía. Además, una tendencia importante en la regulación de la gestión de los residuos ha sido hacer más prevención, reutilización y reciclaje, con el fin de promover una economía más eficiente en el uso de recursos y circular.

La política ambiental de los residuos en Europa se ha presentado como un enfoque principalmente en la recuperación de los recursos, por tanto, este sector es altamente regulado e influenciado por la legislación de cada país, con la que se busca impulsar la gestión de los residuos como producto para la valorización energética en términos de sostenibilidad

Otro de los factores que hacen que los países europeos estén más desarrollados en el campo de la gestión y aprovechamiento de los residuos es la existencia de directivas que abordan temas de operaciones específicas de los residuos como los botaderos a cielo abierto e incineración.

Adicionalmente, los incentivos para invertir en tecnologías para la biomasa son otro factor que se rige adecuadamente, pues cada estado reporta los tratamientos realizados a los residuos sólidos urbanos según las operaciones generales de tratamiento: material reciclado, recuperación de energía, compostaje, incineración, y eliminación a vertederos. Aproximadamente, el 40 % de los RSU generados es utilizado para recuperación de materiales y abono, y el 20 % se utiliza para la generación de energía. Además, reciclan entre el 30 % y 60 % de sus residuos con la intención de alcanzar los cumplimientos de las políticas de aprovechamiento de residuos, en los que se establece en 5 pasos el manejo de los residuos: prevención, preparación para la reutilización, reciclaje, recuperación y eliminación (UE, 2017)

Figura No 12 Plantas WTE en Europa



4.3. Experiencias internacionales

4.3.1. Incineración

La incineración es una de las tecnologías iniciales que tuvo un rápido desarrollo y un auge en la década de 1960. Originalmente fue diseñada para reducir el volumen de los residuos mediante la combustión, pero fue utilizado más adelante para recuperar energía (electricidad y calor).

En los EE. UU., algunas ciudades principalmente en el noreste y medio Atlántico, a medida que sus poblaciones aumentaban, recurrieron a los incineradores como una forma conveniente de eliminar los desechos. Generalmente, estas instalaciones de incineración se ubicaban dentro de los límites de la ciudad porque el transporte de basura a lugares distantes no era práctico. A fines de la década de 1930, se estimaba que 700 incineradores estaban en uso en todo el país. Este número disminuyó a alrededor

de 265 en 1966, debido a problemas de emisiones al aire y otras limitaciones de la tecnología, y el aumento de la popularidad de los vertederos a cielo abierto.

En principios del siglo XX, algunas ciudades de EE. UU., comenzaron a generar electricidad o vapor a partir de la quema de desechos

En Europa se desarrollaron las tecnologías de conversión de residuos en energía más a fondo, en parte porque estos países tenían menos tierra disponible para los botaderos a cielo abierto. Los RSU para el sector energético están dominados por la tecnología de incineración con normas estrictas sobre las emisiones de las plantas. Además, alrededor del 12 % de los residuos peligrosos generados era incinerado (producción total cercana a 22.000.000 t/año). En la región europea se destaca la incineradora de la ciudad de Copenhague, la incineradora Amager Bakke (Amager Resource Centre, ARC), la cual abastece de electricidad y calefacción a parte de los hogares en la ciudad de Copenhague.

Los países industrializados, con densidades altas de población como en Japón, han empleado la incineración como un procedimiento alternativo, en el cual se estima que por cada tonelada de desechos tratada mediante incineración, el rendimiento oscila entre 250 KWh y 750 KWh. Así, en China se han desarrollado nuevas plantas de incineración basadas en la tecnología de CFB para recuperar la energía de sus desechos. Actualmente, hay 28 plantas CFB WTE en operación en la Nación, la mayor de las cuales se construyó en 2012 y procesa 800 t de residuos por día.

Países del centro y norte de Europa, como Alemania, Austria, Dinamarca, Holanda, Suecia y Suiza, son los que más incineran y menos depositan en vertedero a cielo abierto. En todos estos países la incineración presenta una elevada aceptación social, no solamente como vía de obtener energía eléctrica, sino también como un excelente instrumento para reducir las emisiones de GEI. Suecia se ha propuesto para 2020 ser el primer país mundial en prescindir del petróleo para obtener energía, mediante la combustión de los residuos y la biomasa. En el caso de Alemania, este país cuenta con el sector WTE más eficiente de Europa, y tiene 81 plantas de incineración y un programa del Ministerio Federal de Ambiente que convierte en electricidad 5,255 TWh de los 31,731 TWh que genera.

En 2011, Alemania representó la máxima producción de energía a partir de los RSU con un 29 % de la producción total de la Comunidad Europea, seguida de Francia (15 %), Italia y los Países Bajos (10 % cada uno). En la última década, todos los Estados miembros registraron aumentos de su producción energía a partir de la incineración de RSU.

Finalmente, en Cataluña, España, es la comunidad autónoma con más instalaciones (Mataró, Gerona y Tarragona) y con una capacidad de tratamiento aproximada de 680.000 t/año. En Madrid se encuentra la planta de TIRMADRID en Valdemingómez con tratamiento de 240.000 t/año. En Palma de Mallorca está ubicada la planta de TIRME, con una capacidad de 720.000 t/año. En Bilbao, la planta, gestionada por ZABALGARBI, con una capacidad de 230.000 t/año y Melilla incinera sus residuos en la planta de REMESA, de 40.000 t/año. Por todo esto, en Europa se incineran con recuperación de energía más de 50.000.000 t de residuos en unas 420 plantas incineradoras que generan una cantidad de energía capaz de suministrar energía para 27 millones de personas.

4.3.2. Pirólisis

Esta tecnología tiene muy diferentes estados de desarrollo (desde fase conceptual, pasando por estados de planta piloto o planta de demostración), y en muy pocas ocasiones se ha llegado a la fase

comercial. En el ámbito internacional, las plantas de pirólisis se encuentran en mayor representación en Francia y Japón con capacidades entre 50.000 t/año a 100.000 t/año. Asimismo, empresas líderes en tecnología de aprovechamiento de residuos para producir energía y combustibles avanzadas han desarrollado el proceso de pirólisis. Desde 2007, en Swindon, Reino Unido, ADVANCED PLASMA POWER es la empresa administradora de una de las plantas de tratamiento de RSM más grandes del mundo con un sistema de pirólisis y capacidad para procesar 400 t/día.

Por ello, se han presentado estudios experimentales y proyectos pilotos para la evaluación de la efectividad de la tecnología como alternativa para aprovechamiento de materiales residuales generados por las industrias y zonas urbanas. En Malasia existe una planta demostrativa de pirólisis de 2 t/h de materia prima y de racimos vacíos de palma de aceite que se incineraban. Esta planta fue creada desde 2005 por btg-btl, y fue la primera unidad comercial del mundo al aprovechar 50 t/día de racimos vacíos de palma de aceite en Malasia. El éxito obtenido en ese país dio lugar a que se esté desarrollando una planta de pirólisis a mayor escala (5 t/h) en los Países Bajos con desechos de madera como materia prima.

4.3.3. Degradación anaeróbica

En lo internacional, el aprovechamiento energético del biogás se inició en Nueva Zelanda e India, que fueron los primeros en construir biodigestores para la generación de gas. En la India, en 1999 había más de 3 millones de plantas de biogás de tamaño familiar y en 2007, el gobierno indio brindó apoyo financiero a programas de capacitación para la construcción de casi 4 millones de biodigestores domésticos. También se aplicó ampliamente en China, país reconocido como pionero en el uso del biogás. Este país desarrolló un programa que inició en la década de 1970 con un resultado de más de 7 millones de digestores.

En Europa el proceso de biodegradación anaeróbica se ha presentado tanto en estudios experimentales y plantas demostrativas como en plantas de alto y bajo nivel urbano e industriales; así, el número de plantas de biogás entre 2009 y 2015 se incrementó de 6.000 a 17.000. Alemania es, actualmente, el líder en el despliegue de la tecnología en biogás, con un notable incremento de unidades de 370 en 1996 a 3.891 en 2008. Estas cifras fueron incrementándose entre 2009 y 2011, lo que generó más de 1,144 millones m³/año de biogás. Lo anterior, como resultado de la implementación del programa Renewable Energy Sources Act, lo que se derivó en una capacidad instalada de 3.586 MW equivalentes a 7.944 plantas de biogás en 2015. De este total, 85 plantas de biogás utilizan como insumo residuos urbanos exclusivamente.

Asimismo, la empresa alemana Aqualimpia Engineering e.K., especializada en el desarrollo de proyectos integrales de aprovechamiento de recursos renovables (biomasa, desechos orgánicos, aguas residuales, etc.) para la producción de biogás, generación de energía eléctrica y calorífica, ha realizado proyectos en los siguientes países: Venezuela, Ecuador, Nicaragua, El Salvador, Chile, Perú, Argentina, Guatemala, México, Cuba, Colombia, Costa Rica y Panamá.

Italia es el segundo país con mayor número de plantas de biogás, el cual también introdujo cambios en su sistema de incentivos en 2013, con la misma finalidad de reducir los incentivos para el uso de cultivos energéticos y promover plantas de menor escala que utilizan bioresiduos como materia prima. En este país existe un consorcio de empresas llamado BIOGASMART, el cual comercializa componentes y equipos para tratamiento de biogases por medio de la biomasa residual, su objetivo es proporcionar al potencial cliente un completo portafolio de productos que satisfaga la necesidad de almacenamiento

y manipulación a lo largo de la línea de biogás, desde la producción hasta el usuario final, para la producción de energía verde.

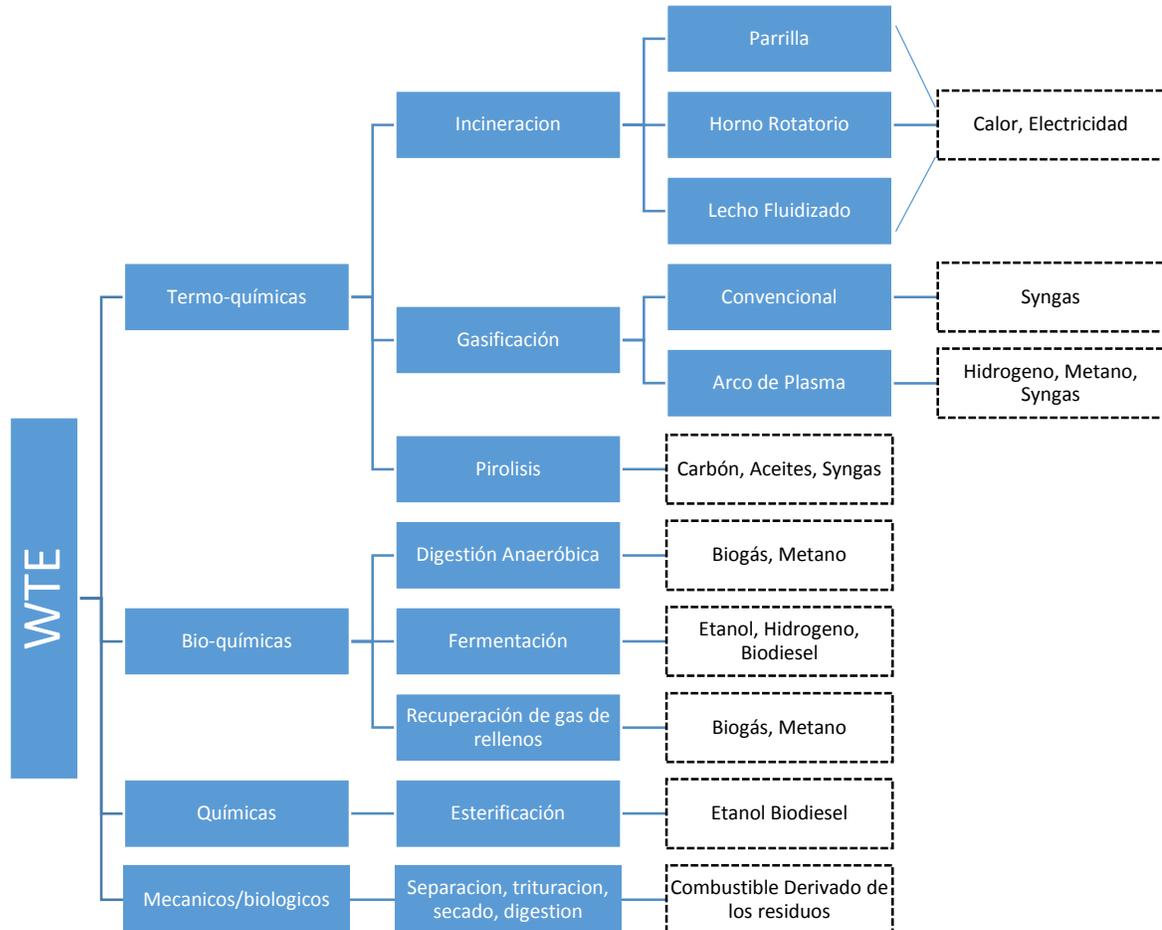
En España se tiene un potencial de energía disponible de cerca de 20.000 GWh anuales de biogás. Una de sus plantas impulsadas por digestión anaeróbica transforma biogás procedente, sobre todo, de residuos orgánicos en una potencia de 5,7 MW de energía renovable y limpia destinada a abastecer a 140.000 hogares⁷⁸ y, junto con la producción de energía, genera también abono orgánico seguro, sin bacterias ni semillas.

En Latinoamérica, se han construido biodigestores en Colombia, Perú, México, Nicaragua, Costa Rica. Sin embargo, Brasil es el que más ha avanzado en la producción de Biogás y sus aplicaciones, tanto así que, en 2014, la ANEEL informa que la producción de electricidad a partir de biomasa correspondió al 8,75 % de la producción eléctrica brasileña, que corresponde a una capacidad instalada de 12.303 MW e incluye generación térmica con biomasa y con biogás. En ese mismo año, se instalaron 3 nuevas plantas de biogás para un total de 25 plantas de biogás conectadas a la red eléctrica; en este año, se presentó una reducción del 12 % en la generación con biogás atribuida a la curva de decaimiento del biogás de los vertederos. La mayoría de las plantas de biogás están ubicadas en propiedades agrícolas para procesar residuos y en rellenos sanitarios.

4.4. Tecnologías y productos

La conversión de los residuos en energía puede obtenerse con diferentes tecnologías, cada una de las cuales tiene diferentes características. La factibilidad de cada tecnología depende de una gran cantidad de parámetros, lo que hace que la idoneidad de cada una deba ser analizada caso a caso. Entre estos factores se incluyen la cantidad, tipo y composición de los residuos, su contenido energético, la forma final de energía requerida, las condiciones climáticas y los requerimientos ambientales de cada lugar.

Figura No 13 Tecnologías de tratamiento de residuos y productos



La figura anterior se muestra un resumen general y simplificado de las tecnologías WTE. En la siguiente tabla se observa que las tecnologías de incineración tienen un alto nivel de desarrollo e implementación, habiendo resuelto sus problemas operacionales del pasado y ajustándose a las últimas regulaciones ambientales con éxito. Las tecnologías de gasificación y pirólisis se encuentran en distintos niveles de desarrollo para su uso comercial con RSD existiendo plantas en operación comercial en algunos mercados específicos (Japón, Corea del Sur).

De las tecnologías bioquímicas, solo la digestión anaeróbica será analizada, considerando que esta cuenta con un gran número de plantas de diversos tamaños y distintas fuentes de residuos, incluidos los RSD.

Las tecnologías químicas no serán analizadas al estar aun en desarrollo y no se cuenta con información suficiente de plantas en funcionamiento óptimo.

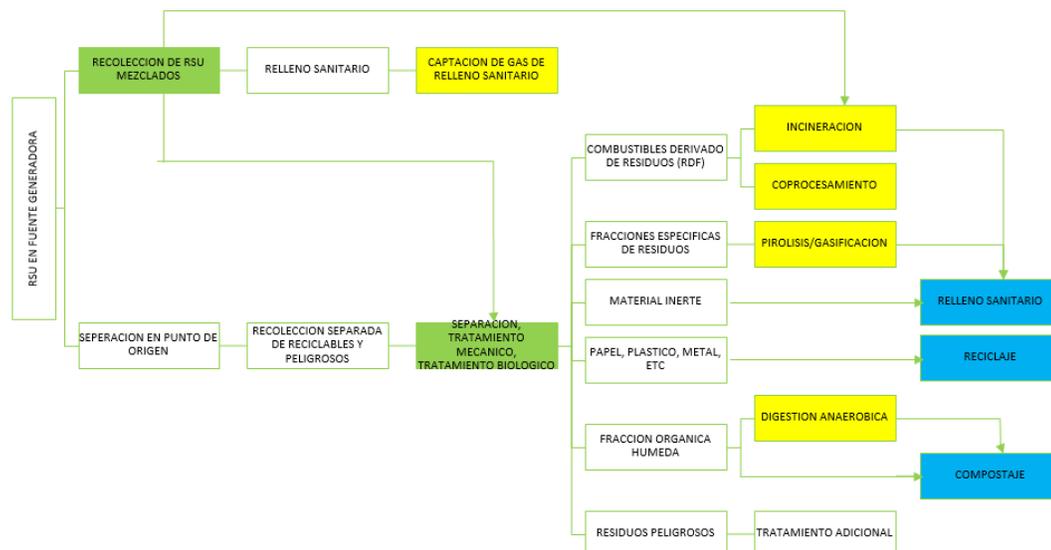
También se analizará la captación de gas de relleno sanitario, y los procesos mecánicos biológicos.

Tabla No. 149 Análisis de madurez tecnológica de tecnologías

DESCRIPCIÓN	INCINERACION			GASIFICACION		PIROLISIS	DIGESTION ANAEROBI CA	CAPTACION GAS DE RELLENO SANITARIO	MECANICOS /BIOLÓGICOS
	TIPO PARRILLA	HORNO ROTATORIO	LECHO FLUIDIZADO	CONVENCIONAL	PLASMA				
PLANTAS OPERANDO	+ 1000	13	176	129	4	5	+1000	+2000	+1000
PRE TRATAMIENTO REQUERIDO	Separación residuos voluminosos	Separación residuos voluminosos	Separación residuos voluminosos, trituración hasta tamaño de partícula < 5mm	Separación residuos voluminosos, trituración hasta tamaño de partícula < 5mm, y clasificación automática para el retiro de elementos inertes, reciclables y con alto contenido orgánico	Separación residuos voluminosos, trituración hasta tamaño de partícula < 5mm, y clasificación automática para el retiro de elementos inertes, reciclables y con alto contenido orgánico	Separación residuos voluminosos, trituración hasta tamaño de partícula < 5mm, y clasificación automática para el retiro de elementos inertes, reciclables y con alto contenido orgánico	Separación residuos voluminosos	Separación residuos voluminosos	Separación residuos voluminosos
MADUREZ TECNOLÓGICA	ALTA	ALTA	ALTA	Insuficiente experiencia fuera de Japón	Solo operación comercial en Japón y Sur Corea	Demonstración, en proceso de implementación	ALTA	ALTA	ALTA

Con la información anterior definimos un posible flujo para los residuos sólidos desde la fuente de generación, operación, tratamiento y su disposición final.

Figura No 14 Flujo de los RSU y sus diferentes opciones de tratamiento



En la figura anterior apreciamos un sistema con 1) recolección diferenciada y un sistema de 2) recolección convencional, en el caso de la recolección convencional, los residuos pueden ir al relleno sanitario desde donde se puede realizar la captación de gas, así mismo puede ingresar directo a la incineración o ir al tratamiento previo mecánico biológica para su separación en destino, esto significa costos operativos adicionales. En el caso de la recolección diferenciada los residuos ingresan a la separación mediante tratamiento mecánico, lo cual permitiría más opciones de tratamiento como la incineración, el procesamiento, la digestión anaeróbica y, en caso de ser factible, la pirolisis o gasificación.

4.5. Marco legal boliviano

En octubre de 2015, se promulgó la Ley de Gestión Integral de Residuos, Ley N°755 y en octubre de 2016, el Decreto Supremo N°2954 que reglamenta la citada Ley.

Es así que el marco normativo constituye un conjunto de leyes, normas y lineamientos que establecen, la forma en que deben desarrollarse las diversas acciones para permitir alcanzar los objetivos propuestos en el marco de una gestión integral de residuos y en específico en la implementación de un sistema de tratamiento térmico de residuos.

Tabla No. 150 Marco normativo tratamiento termico de residuos

NORMA	DETALLE
<p>Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia</p>	<p>Artículo 302. I. Son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción el Aseo urbano, manejo y tratamiento de residuos sólidos en el marco de la política del Estado</p> <p>En ese sentido la definición de la aplicación de un proyecto de Tratamiento de Residuos Sólidos recae al nivel Municipal; sin embargo, el Nivel Central dentro de su atribución como promotor en la ejecución de proyectos de Gestión Integral de Residuos Industriales, Peligrosos y Especiales y prestar asistencia técnica para el desarrollo de la Gestión Integral de Residuos; debe coadyuvar en la implementación de Sistema de Tratamiento Térmico de Residuos</p>
<p>Ley 031 Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez"</p>	<p>Artículo 88 sobre Biodiversidad y Medio Ambiente, en el apartado IV se establece las responsabilidades de los tres niveles del Estado (Nivel Central del Estado, Gobiernos Departamentales Autónomos y Gobiernos Departamentales Autónomos) en la gestión de residuos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Gobierno Central, es el encargado de formular el régimen y las políticas para el tratamiento de residuos, industriales y tóxicos. • El Gobierno Departamental Autónomo, reglamentar y ejecutar, en su jurisdicción, el régimen y las políticas de residuos, industriales y tóxicos aprobadas por el nivel central del Estado. • El Gobierno Municipal Autónomo, Reglamentar y ejecutar el régimen y las políticas de residuos, industriales y tóxicos, en su jurisdicción.

<p>Ley 482 de los Gobiernos Autónomos Municipales</p>	<p>La finalidad del Gobierno Municipal es preservar y conservar el medio ambiente y los ecosistemas del Municipio, contribuyendo a la ocupación racional del territorio y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.</p>
<p>Ley 755 de Gestión Integral de Residuos</p>	<p>El Artículo 14 de la presente Ley establece:</p> <p>I. El aprovechamiento de residuos es el conjunto de acciones que permiten la reutilización de los mismos o la reincorporación al ciclo productivo de los diferentes recursos presentes en los mismos, para generar beneficios al medio ambiente y a la economía del país, mediante el compostaje, reciclaje o aprovechamiento energético.</p> <p>II. Se dará prioridad al reciclaje y compostaje sobre el aprovechamiento energético.</p> <p>III. Para garantizar el adecuado aprovechamiento de los residuos, se debe implementar sistemas de separación en origen y recolección diferenciada, así como la instalación de infraestructura y equipos de acuerdo a reglamentación de la presente Ley. Forman parte de este proceso, las instalaciones de acopio o clasificación de residuos.</p> <p>IV. El nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas, en coordinación con el sector productivo, implementarán los mecanismos y estrategias para promover el máximo aprovechamiento de los residuos, antes que su disposición final.</p>
<p>D.S. 2954 Reglamento General a la Ley 755</p>	<p>Este Instrumento Normativo en su Artículo 61 (Plantas de tratamiento térmico de residuos) establece:</p> <p>I. Las plantas de tratamiento térmico se implementarán para los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En residuos peligrosos, cuando reduzca las características de peligrosidad de los residuos. • En residuos no peligrosos, cuando estos no puedan ser reutilizados o reciclados, no exista otra opción económica para su tratamiento y se garantice el aprovechamiento energético con eficiencia. <p>II. Para el cumplimiento del Parágrafo I del presente Artículo, las instalaciones de tratamiento térmico deberán cumplir al menos los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponer de mecanismos tecnológicos y operativos que aseguren la protección a la salud y el medio ambiente. • Cumplir con los límites permisibles de descarga de efluentes y emisión de partículas y gases.

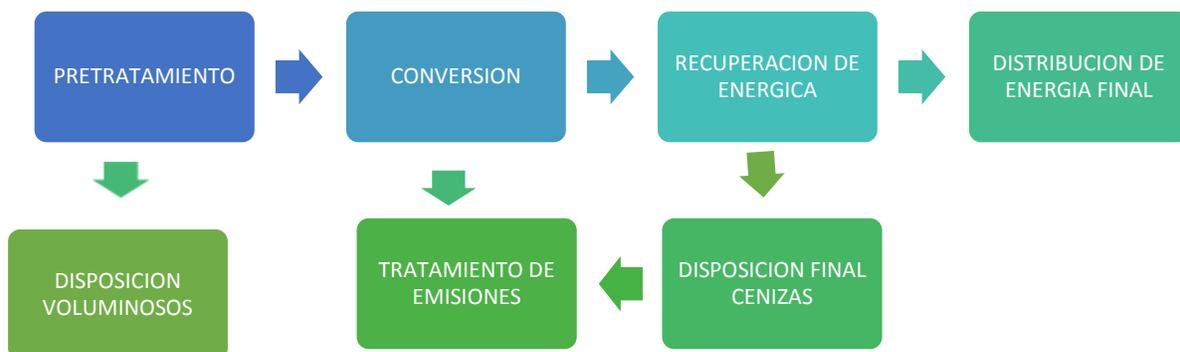
4.6. Descripción de las alternativas tecnológicas

4.6.1. Generalidades

En las diferentes tecnologías de recuperación energética o Waste to Energy (WTE) es posible identificar al menos cinco etapas principales: Pre-tratamiento, donde se realiza la clasificación y homogenización de los residuos; Conversión, donde se realiza la transformación de los residuos en calor o gas combustible; Recuperación energética, donde el calor se convierte en agua caliente, vapor de agua para su distribución, o el vapor de agua o el gas se transforman en energía eléctrica y Distribución de energía final donde se entrega el agua caliente para distribución, vapor para uso industrial, energía eléctrica al sistema de transmisión, o gas a la red de gas, o combinaciones de estas y Tratamiento de emisiones.

A su vez, será necesaria la disposición de residuos producto de la separación de los residuos voluminosos, así como también la posible gestión de materiales reciclables. También será necesaria la gestión y disposición de cenizas.

Figura No 15 Procesos mínimos de proceso de tratamiento WTE



4.6.1.1. Pre-tratamiento

Las tecnologías de pre-tratamiento permiten realizar la clasificación y homogenización de los residuos antes de su utilización en una planta WTE. Las tecnologías WTE tienen distintos requerimientos para el residuo a utilizar, por lo que requieren específicas combinaciones de pre-tratamiento para conseguir estos requerimientos. Las principales tecnologías de pre-tratamiento son:

- Mecánico
- Térmico
- Biológico
- Químico

Mecánico

Los pre-tratamientos mecánicos incluyen los procesos de clasificación en planta, de homogenización o mezcla, de trituración y densificación.

Dependiendo de la calidad del residuo y de los requerimientos propios de cada tecnología, puede ser necesario clasificar y homogenizar los residuos antes de su recuperación energética.

Clasificación

La clasificación permite dividir los diferentes elementos presentes en los residuos para su gestión eficiente separando los residuos adecuados para el reciclaje, para rellenos sanitarios y para revalorización energética.

La clasificación se puede realizar con diferentes métodos, incluyendo clasificación manual, automática y con maquinaria pesada o combinaciones de estos métodos.

- Clasificación con maquinaria pesada: incluye la separación con las grúas del bunker, y permite solo el retiro de materiales de grandes dimensiones, lo que es adecuado para mejorar el desempeño de la tecnología con combustión de parrilla y de los sistemas de trituración.
- Clasificación manual: permite separar los diferentes materiales reciclables, los residuos adecuados para rellenos sanitarios, y los residuos adecuados para revalorización energética con un alto nivel de segregación. La cantidad de categorías solo está limitada por el espacio físico y la cantidad de operarios requeridos, sin embargo, los procesos de clasificación manual requieren mucho espacio y medidas especiales para el cuidado de las condiciones sanitarias de los trabajadores.
- Clasificación automática: permite separar diferentes materiales reciclables. El costo y complejidad dependen de la cantidad de elementos que se deseen separar del proceso. Entre los procesos de clasificación automática se encuentran:

Clasificación con aire: permite separar materiales de diferente tamaño, densidad y forma, en una columna de aire. El objetivo es la separación de materiales livianos (como papeles y cartones) de materiales pesados (metales y rocas en general) con la ayuda de aire, luego de pasar por un proceso de trituración de residuos.

Tamizado: permite la clasificación de los residuos según tamaño. Los sistemas de tamizado más usados son el tambor rotatorio y la parrilla de discos, separando los residuos por uno o más tamaños. El tamizado ayuda a la reducción de la ceniza, de los vidrios y de las arenas.

Separación Magnética: permite la separación y recuperación de metales férricos de los residuos, los metales obtenidos de estos procesos en general requieren de etapas adicionales de limpieza antes de ser adecuados para la venta. Existen varias tecnologías de separación magnética, como tambor magnético, correas magnéticas, poleas de

cabecera magnéticas y sus combinaciones. La separación magnética ayuda a la reducción de la escoria presente en la ceniza de fondo.

Separación Eléctrica: corresponde al separador de corriente de Eddy, que permite la separación y recuperación de metales no férricos, principalmente aluminio y envases tetra pack.

Clasificación por peso: permite la separación por peso, retirando elementos como botellas de vidrio, cerámica y piedras.

Trituración

Los procesos de trituración permiten la reducción del tamaño de los residuos, aumentando el área superficial específica y permitiendo un transporte adecuado de los residuos dentro de las distintas etapas de la planta.

Los procesos de trituración se pueden categorizar según el tamaño del residuo resultante como:

- Trituración primaria: normalmente con un residuo grueso < 15 cm.
- Trituración secundaria: normalmente con un residuo medio < 5 cm.
- Molienda: normalmente con un residuo fino, < 2 mm, adecuado para procesos con sistemas de transporte neumáticos.

Los efectos principales en el proceso de contar con un residuo con una mayor superficie específica, es la mejora la eficiencia de procesos termoquímicos y bioquímicos según la tecnología.

- En los procesos termoquímicos el aumento del área de contacto permite una mejor transferencia de calor y posterior oxidación/gasificación de los residuos, mejorando la eficiencia del proceso de combustión/gasificación según la tecnología.
- En los procesos bioquímicos, el aumento del área de contacto permite una mejor reacción entre los residuos y las bacterias, disminuyendo el tiempo requerido para el proceso de obtención del biogás.

Densificación y almacenamiento

Los procesos de densificación permiten la disminución del volumen de los residuos, y el transporte desde una eventual planta de combustible derivado de residuos o RDF (por sus siglas en inglés, refuse-derived fuel) a una planta de WTE, o su almacenamiento dentro de una planta WTE para disminuir el tamaño del bunker principal sin comprometer la seguridad de la continuidad operacional.

Térmico

Los procesos de pre-tratamiento térmicos consisten en la exposición de los residuos a una fuente de calor por un periodo de tiempo, sin generar combustión, como la pasteurización e higienización, para conseguir la desintegración de las membranas celulares, logrando como resultado la desinfección de los residuos y la solubilización de los compuestos orgánicos.

Los pre-tratamientos térmicos son principalmente utilizados en las plantas de Digestión Anaeróbica, DA. Las metodologías principales en pre-tratamiento térmico son calefacción eléctrica con vapor y micro ondas. Estos procesos también son usados como post tratamiento de los residuos sólidos de la DA para su desinfección y valoración como fertilizante.

Químico

Los procesos de pre-tratamiento químicos consisten en la aplicación de ácidos y oxidantes para conseguir la destrucción de los compuestos orgánicos y mejorar la producción de biogás. Estos procesos son recomendados sobre residuos orgánicos ricos en compuestos resistentes a la degradación, tales como la lignina y la celulosa.

Recuperación de elementos reciclables

Como parte de algunos de los procesos de pre-tratamiento, se obtienen elementos que pueden ser revalorizados en el reciclaje o procesados por otra tecnología, como por ejemplo en el pre-tratamiento de una planta termoquímica, los residuos orgánicos pueden ser retirados para su envío a una planta bioquímica, y a su vez, los residuos inorgánicos combustibles en una planta bioquímica pueden ser enviados a una planta termoquímica.

El retiro de estos materiales tiene un impacto en la composición de la materia prima enviada a la recuperación energética, y por ende, distintos impactos en el poder calorífico y/o la producción y características de los residuos finales.

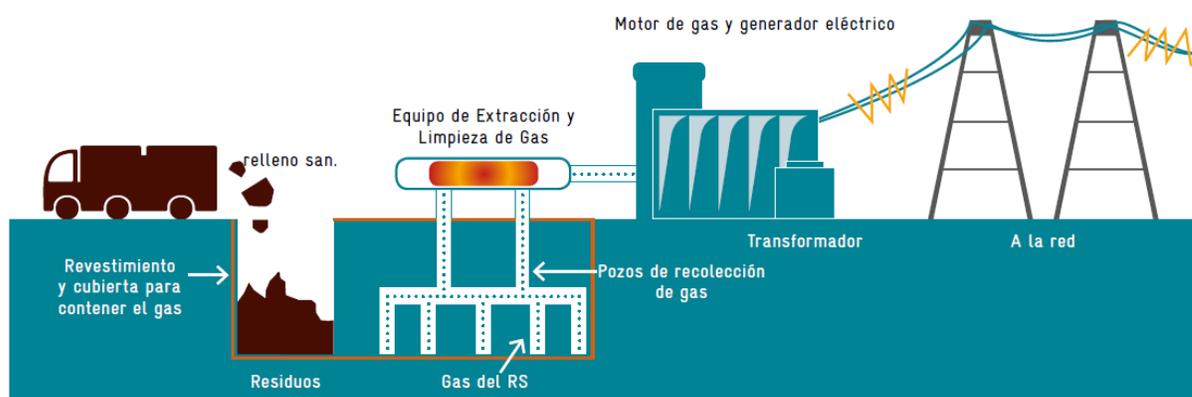
4.6.2. Captura de gas de relleno sanitario

La Captura de Gas de Relleno Sanitario (GRS) representa un tipo de tecnología de aprovechamiento energético de residuos diferente en comparación con las otras alternativas. Se debe considerar como un componente esencial para parcialmente mitigar los impactos climáticos negativos de la operación de rellenos sanitarios (RS). Los rellenos sanitarios son una práctica internacionalmente adoptada y aceptada en países en vías de desarrollo y, en muchos casos, la única opción para tratar y almacenar residuos recolectados en forma controlada. Aunque los RS son una mejora si se comparan con los botaderos a cielo abierto y sin control, también tienen impactos ambientales negativos en el largo plazo, como la emisión de gas metano de relleno sanitario con alto potencial de calentamiento global. Otros incluyen la pérdida de valiosos recursos en los residuos de los rellenos sanitarios, así como la presencia de compuestos olorosos y tóxicos. El metano en el gas de relleno sanitario se forma por la digestión anaerobia de materia orgánica en el cuerpo del relleno sanitario, que es como un tipo de reactor biológico sobredimensionado. Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los rellenos sanitarios a la atmósfera, el gas metano debe ser capturado. Ello se hace a través de la captura

de los gases del relleno sanitario, a pesar de las importantes pérdidas que ocurren en la fase de arranque del relleno sanitario, antes de la instalación y operación del sistema para capturar el metano.

Los rellenos sanitarios constituyen una fuente importante de biogás, que es de gran contenido energético, resultado del proceso de descomposición biológica de residuos sólidos de origen orgánico, conformado por los gases presentados en la Tabla 3-28. En este proceso el gas más predominante es el gas metano (CH₄), que contribuye al efecto invernadero en más de 20 veces de lo que aporta el dióxido de carbono. Por lo tanto, al utilizar este gas eficientemente para generar energía eléctrica se obtiene una situación favorable para el medio ambiente

Figura No 16 Componentes del sistema de captura de gases de relleno sanitario con producción de electricidad



Fuente: (GTZ, 2017)

Los proyectos de captura de gas de relleno sanitario (GRS) requieren un alto contenido de residuos orgánicos reactivos en el cuerpo del relleno sanitario. Un alto contenido de residuos minerales u orgánicos de digestión lenta (como la madera) reduce el rendimiento.

4.6.2.1. Aspectos Operativos

Los operadores de rellenos sanitarios deben asegurarse de que no existan riesgos importantes causados por la migración del gas del relleno sanitario hacia el exterior, a través del subsuelo o acumulándose fuera del relleno sanitario en una mezcla que podría ser explosiva o causar asfixia. Se debe asegurar que durante la recolección, tratamiento y uso del gas de relleno sanitario se minimice la liberación de gases. Se deberán realizar auditorías anuales del sistema de recolección de gas para evaluar la eficiencia del sistema.

4.6.2.2. Aspectos ambientales

La recolección y combustión de metano de rellenos sanitarios contribuye a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y otras emisiones tóxicas. Si el GRS se usa para sustituir combustibles fósiles como el carbón o combustóleo en procesos de combustión, o como combustible para sustituir el diésel en el transporte, también contribuye a la mejora de la calidad del aire. Pero la experiencia internacional ha demostrado desventajas adicionales del gas de relleno sanitario, además de los riesgos ya conocidos de los rellenos sanitarios:

La producción teórica de gas y la captura real de gas no concuerdan. En muchos casos, el rendimiento real de gas está muy por debajo de las expectativas, lo que significa que parte del metano escapa al ambiente. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos estima un rango de eficiencia de recolección de 60% a 85%. No obstante, muchos rellenos sanitarios en países en vías de desarrollo apenas alcanzan un índice de captura del 50% debido a los estándares técnicos reducidos y a las limitaciones de costos. Si se compara el volumen de gas efectivamente capturado y recolectado con el total de gas emitido de un relleno sanitario durante su ciclo de vida, el índice de eficiencia baja aún más, a menos de 20-30%.

- El gas de relleno sanitario se genera durante un período de 30-50 años, un horizonte de tiempo que va más allá de la operación de un relleno sanitario. La pregunta de quién opera y mantiene el sistema de gas sigue sin una respuesta.
- Las fugas en el sistema de GRS representan un riesgo de seguridad, ya que el gas que se está escapando podría acumularse en edificios cercanos y causar explosiones.

4.6.2.3. Aspectos económicos

Se ejecutaron numerosos proyectos de captura de GRS con generación de electricidad en países en vías de desarrollo. Sin ingresos adicionales por la reducción certificada de emisiones de CO₂ muchos proyectos de GRS probablemente no se hubieran implementado por razones económicas. La siguiente Tabla estima los costos COPEX (inversión) Y OPEX (operación y mantenimiento) considerando 250 mil toneladas anuales durante 25 años, el costo de inversión es de 5 millones de dólares americanos y el costo de operación es igual 5 millones de dólares americanos con un total de costo de proyecto a 25 años de 10 millones de dólares. Estos costos podrían variar en función al diseño y topografía del terreno de disposición final. Los costos construcción del relleno sanitario no están incluidos.

Tabla No. 151 Estimación costos COPEX Y OPEX captura de gas de relleno sanitario

	COPEX (Usd)	OPEX (Usd)	TOTAL (Usd)
Precio unitario	0,8	0,8	1,60
Cantidad de residuos en 25 años	6.250.000,00	6.250.000,00	6.250.000,00
Monto requerido para la vida útil	5.000.000,00	5.000.000,00	10.000.000,00

4.6.2.4. Análisis FODA sistema de captura de gases del relleno sanitario para generación eléctrica

Tabla No. 152 Análisis FODA Captura de gas en relleno sanitario

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>Bajo CAPEX. Madurez tecnológica y muy simple de operar. Reducción de gases de efecto invernadero. Puede recibir grandes cantidades de RSD.</p>	<p>Puede ser instalada de forma complementaria a una planta de Combustión o Gasificación. En caso de terrenos amplios, hay alta flexibilidad de aumento de capacidad.</p>

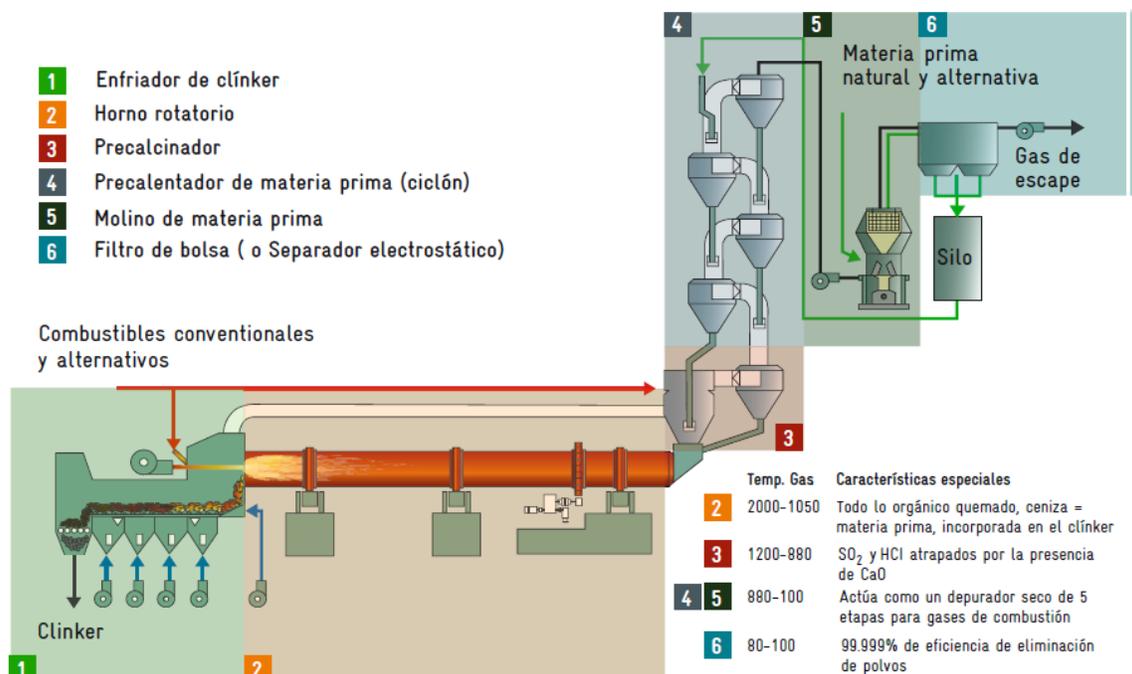
DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Baja eficiencia.</p> <p>Plantas alejadas de la comunidad. Impacto ambiental en suelos y red vial es significativo.</p> <p>Se deben esperar algunos años para que el biogás pueda ser captado.</p> <p>Necesidad de instalar subestación y transformadores eléctricos</p>	<p>Requiere un flujo continuo de grandes cantidades de residuos.</p> <p>La ubicación del terreno puede encarecer demasiado el costo.</p>

4.6.3. Coprocesamiento – combustible derivado de los residuos

El coprocesamiento es el uso de materiales derivados de residuos para reemplazar recursos minerales naturales (reciclado de materiales) y/o combustibles fósiles tradicionales como carbón, combustóleo y gas natural (recuperación de energía) en procesos industriales. El coprocesamiento se aplica a nivel mundial principalmente en la industria cementera y en plantas termoeléctricas; en algunos casos también en la industria de acero y cal. En plantas termoeléctricas donde sólo tiene lugar la recuperación de energía, esto se conoce como coincineración. En la industria cementera europea, el índice de sustitución térmica de los combustibles fósiles por residuos puede alcanzar hasta un 80% en ciertas instalaciones (promedio a lo largo de un año), mientras que el índice de sustitución en la UE está alrededor del 39%. El coprocesamiento en plantas cementeras también se ha vuelto una parte común de sistemas de gestión de residuos en numerosos países en vías de desarrollo y emergentes. No obstante, la proporción de RSU utilizados en coprocesamiento sigue siendo bajo comparado con los flujos de residuos especiales como llantas usadas, residuos industriales peligrosos, suelos contaminados, residuos de biomasa o lodos de plantas de tratamiento de agua.

El coprocesamiento requiere flujos de residuos relativamente homogéneos con una característica definida para asegurar una combustión controlada. Mediante diferentes procesos de tratamiento previo (preprocesamiento), los residuos se pueden transformar en llamados Combustibles Derivados de Residuos (CDR); también se emplean los acrónimos AFR (materias primas y combustibles alternos) y CSR (combustibles sólidos recuperados). En la Figura 6, el diagrama de flujo de una planta de Tratamiento Biológico Mecánico (TMB) se presenta como un ejemplo de preprocesamiento de residuos sólidos urbanos para CDR.

Tabla No. 153 Componente sistema de tratamiento procesamiento



La idoneidad de los residuos para coprocesamiento depende de sus características y del tipo de industria donde se aplica el proceso. CDR normalmente hace referencia a una fracción separada de alto poder calorífico del RSU, residuos comerciales o de procesos industriales.

Un alto contenido de cloro o mercurio en los residuos puede causar problemas operativos o ambientales. Por lo tanto, residuos de PVC-plástico, por ejemplo, no son aptos para coprocesamiento. Las normas de calidad definen las características de CDR, como el contenido de metales en trazas, cloro y azufre. Un poder calorífico de unos 10 - 15 MJ/kg del CDR es el deseado para una operación económicamente robusta.

4.6.3.1. Aspectos operativos

El uso seguro y responsable de residuos requiere la selección cuidadosa de puntos de alimentación en el sistema del horno, así como un control operativo integral de acuerdo con las características específicas del residuo y sus volúmenes. Su aplicación no debería afectar la operación continua e ininterrumpida del horno en forma negativa, ni la calidad del producto, o el desempeño ambiental del sitio. Por lo tanto, se debe asegurar una calidad consistente de los residuos y una velocidad de alimentación. Se deben realizar controles de entrega en las operaciones de rutina con frecuencia para el pre-procesamiento de residuos o la producción de CDR. El personal operativo debe estar debidamente capacitado conforme a las necesidades específicas y acorde con la naturaleza de los residuos o los CDR. La salud y la seguridad operacional deben estar debidamente desarrolladas y se deben mantener interacciones frecuentes con autoridades ambientales, el municipio, comunidades vecinas y otros grupos de interés. Las plantas cementeras a menudo están en manos de grupos internacionales que pueden ofrecer su conocimiento y expertos internos para la operación de la planta.

Para co-incineración en plantas termoeléctricas se recomienda el uso de CDR con propiedades y composición bien definidas.

4.6.3.2. Aspectos ambientales

Mediante la recuperación de material y energía, el coprocesamiento contribuye a la reducción de los impactos ambientales generales de la producción de cemento, un proceso intensivo en términos de consumo de recursos y que genera diversas emisiones al aire que deben ser monitoreadas y reducidas más allá de los límites legalmente prescritos mediante técnicas apropiadas. Las emisiones potenciales de los hornos cementeros incluyen polvo, óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂) así como dioxinas y furanos, óxidos de carbono (CO, CO₂), compuestos orgánicos volátiles, ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF) y metales pesados. Para garantizar el coprocesamiento ambientalmente razonable de CDR en hornos cementeros, los operadores de plantas cementeras deben adherirse a ciertos principios, como los de la Convención de Basilea (2012), el WBCSD (2014), o GTZ/ Holcim (2006). Al utilizar CDR, las emisiones deben ser iguales o menores que sin el uso de CDR. Para este fin, el uso de tecnologías de punta y procedimientos como la alimentación directa del CDR a las zonas de alta temperatura en el horno es obligatorio. El diseño de plantas cementeras modernas a menudo ya cumple con las normas internacionales. Cuando esto ya está asegurado, los requisitos para mejorar el control de emisiones para coprocesamiento son menores. Además, la selección de residuos idóneos, su transporte y almacenamiento apropiados, y su preparación para convertirlos en CDR es crucial para minimizar los impactos ambientales. Los productos finales de cemento deben someterse a pruebas de fugas potenciales de metales pesados antes de su uso en edificios, carreteras u otras construcciones.

4.6.3.3. Aspectos económicos

El objetivo principal del operador de una planta cementera que invierte en coprocesamiento, es la reducción de los costos de combustibles y de materia prima. Ello significa que la decisión de la inversión depende de los volátiles precios del mercado de carbón, coque de petróleo, gas natural y materias primas, o de otros incentivos económicos. Entre mayor sea el costo de los combustibles primarios o de las materias primas, mayor será el atractivo de dicha inversión.

Tabla No. 154 Estimación costos COPEX Y OPEX sistema procesamiento de residuos

DETALLE	COPEX (Usd)	OPEX (Usd)	TOTAL (Usd)
Precio unitario	10	9	19,00
Cantidad de residuos en 25 años	6.250.000,00	6.250.000,00	6.250.000,00
Monto requerido para la vida útil	62.500.000,00	56.250.000,00	118.750.000,00

4.6.4. Biometanización

La biometanización consiste en la descomposición de la fracción orgánica o biodegradable de los residuos en un reactor o digestor cerrados, en ausencia de oxígeno, donde por acción de distintas familias de microorganismos es posible lograr la descomposición de los residuos. De este proceso se obtienen dos productos principales: biogás (gas rico en metano) y digestato (material rico en nutrientes que puede ser utilizado como fertilizante).

Esta tecnología utiliza reactores (digestores) cerrados donde se controlan los parámetros para favorecer el proceso de fermentación anaeróbica. La digestión anaeróbica es un proceso muy complejo, tanto por el número de reacciones bioquímicas que tienen lugar, como por la cantidad de grupo de bacterias involucradas en ellas. De hecho, muchas de estas reacciones ocurren de forma simultánea.

La digestión anaeróbica necesita un buen nivel de pre-tratamiento de los residuos. Normalmente solo se tratan los residuos separados en origen o ya seleccionados en un sistema de pre-tratamiento de otra planta de WTE.

En general, se retiran los elementos de sobre tamaño y se reduce el tamaño de los residuos por un sistema de una o varias etapas de trituración a un tamaño, usualmente menor a 5 cm. Se aplican distintos sistemas de clasificación para el retiro de los metales férricos, vidrio, metales no férricos, otros elementos reciclables, obteniendo residuos con alto contenido orgánico

El biogás es un compuesto con alto contenido energético, que se genera en la descomposición anaeróbica (sin presencia de oxígeno), de la materia orgánica.

El gas generado por la descomposición está compuesto principalmente por metano (fracción combustible) y CO₂ (fracción inerte). El contenido de metano varía entre 50% a 75%.

La descomposición anaeróbica consta de cuatro fases o etapas,

- Fase hidrolítica, Hidrólisis molecular, aminoácidos, azúcares y ácidos grasos de cadena larga.
 - Fase acidogénica, Fermentación de productos disociados, ácidos grasos de cadena corta, alcoholes, hidrógeno, dióxido de carbono y otros productos intermedios.
 - Fase acetogénica, Formación acetato, ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono.
 - Fase metanogénica, Formación de metano.
- Los productos finales de la digestión anaeróbica son el biogás y el digestato o bioabono.

Esta tecnología ya existe hace mucho tiempo con sus inicios en 1859 en India y en 1930, cuando se iniciaron los primeros estudios para plantas a nivel industrial con respecto a su uso a partir de RSD. Solo entre Europa, Estados Unidos y Brasil existen al menos 733 plantas que tratan la parte orgánica de los RSD.

La capacidad acumulada de estas plantas de digestión anaeróbica es de 7.750.000 ton/año de material orgánico (datos hasta el año 2014). Alemania con aprox. 2.000.000 ton/año y España con 1.600.000 ton/año tienen las capacidades más grandes instaladas a nivel mundial. En los EE.UU. hay pocas plantas principalmente por los bajos costos de disposición en rellenos sanitarios y el bajo precio de energía que no permite una operación rentable. En Europa, la tendencia de plantas de DA ha cambiado de plantas grandes aisladas o en combinación con plantas de compostaje hacia plantas integradas en centros de tratamiento de residuos donde se instala una línea de DA para recibir la parte orgánica desde los

procesos de pre-tratamiento o de separación en origen, como parte integral de la gestión de residuos en una región.

Las capacidades de estas plantas contemplan desde su uso domiciliario en zonas rurales de baja capacidad (sistemas integrados en el hogar) o sistemas pequeños utilizados en una granja, hasta plantas industriales para el tratamiento de lodos (PTAR). Ello dificulta separar en cantidad de plantas por tipo de sustrato o residuo en cada país.

A continuación, se presenta una tabla de resumen de la cantidad de digestores anaeróbicos utilizando RSD79 en el mundo, a partir de la información entregada por los proveedores, dado que cada uno tiene su propio diseño o proceso patentado.

Existe un gran número de diseños de digestores anaeróbicos en el mundo, con diversos grados de complejidad. De acuerdo con la DA se puede clasificar por:

» Modo de alimentación: Sistemas discontinuos (tipo Batch) o continuos

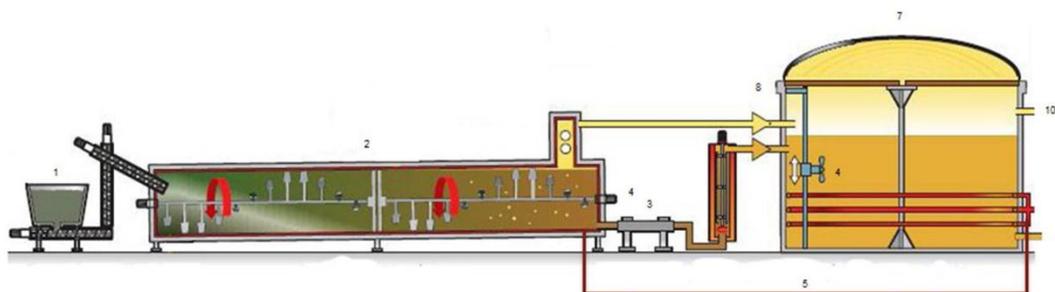
» Rango de temperatura: Condición psicrófila (< 25°C), mesófila (35-48°C) y termófila (> 50°C); en donde sólo las últimas dos se consideran económicamente viables. Las condiciones termófilas se recomiendan cuando prevalece el riesgo de patógenos. Como alternativa, se puede recurrir a la pasteurización a 70°C durante 1 hora o utilizar composta termófila para desactivar los patógenos de sistemas mesófilos.

» Tipo de reactor: Los reactores con tanques de agitación continua son comunes para sustratos líquidos como residuos de servicios de alimento, aguas residuales o lodos industriales de procesamiento de alimentos, mientras que los digestores de tapón tipo plug-flow y de lote se utilizan para sustratos sólidos. Aunque al sustrato sólido se le puede extraer el agua para su uso en reactores con tanques de agitación continua.

» Número de etapas: Posibilidad de digestión desde una etapa hasta múltiples etapas.

El biogás se puede usar directamente para generar calor o se puede convertir en calor y electricidad utilizando una planta termoeléctrica combinada, eso después de su desulfurización y secado. Otra opción es convertir el biogás en biometano con un contenido de metano de aprox. 98%, para utilizarlo como sustituto de gas natural. La Figura 18 muestra el proceso de producción de biogás mediante digestión anaerobia a partir de residuos orgánicos y estiércol. El biogás generado se puede utilizar por ejemplo en un generador termoeléctrico combinado (CHP).

Figura No 17 Esquema de Biodigestor



La DA sólo se presta para el procesamiento de materia orgánica, es decir biomasa. El contenido de materiales fibrosos como hemicelulosa y lignina que se encuentran por ejemplo en la paja y en plantas fibrosas, debería ser más bien bajo, ya que estos materiales se degradan más lento durante la DA. Además de usar biomasa de ‘residuos’ orgánicos, como residuos agrícolas o fracciones orgánicas de RSU, es también posible usar cultivos especiales generadores de energía, como el maíz, para la producción de biogás. Sin embargo, esto puede causar conflictos potenciales con la producción alimentaria, por lo que no será tema de esta guía; en su lugar, sólo se considerará la DA de materia orgánica obtenida de residuos urbanos. La inclusión de materia inorgánica o peligrosa en el proceso no es deseable ya que puede restringir la degradación microbiana, obstruir las operaciones al taponar el material plástico las tuberías y/o limitar la sostenibilidad del digestato como fertilizante orgánico.

Los residuos orgánicos municipales, como residuos separados en su punto de origen provenientes de hogares, mercados y jardines, se pueden considerar una fuente idónea de sustrato para DA. Además, la codigestión con residuos agrícolas, lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales o con residuos orgánicos industriales o comerciales, puede incrementar la disponibilidad de sustrato y por lo tanto la viabilidad económica. El uso de residuos orgánicos de los hogares es más complejo que el uso de otros tipos de sustratos, como cultivos generadores de energía, residuos industriales y comerciales, y subproductos animales o vegetales. Ello se debe a la fluctuación de la composición del sustrato utilizado durante el año y por la posibilidad de altas cantidades de impurezas. Los rendimientos de metano y energía de la DA varían fuertemente de sustrato a sustrato

4.6.4.1. Aspectos operativos

Los aspectos operativos más importantes incluyen lo siguiente:

» Disponibilidad y composición del sustrato de residuos orgánicos: La composición y cantidad de residuos orgánicos pueden variar significativamente dependiendo de la estación del año, principalmente por la disponibilidad de productos agrícolas y sus residuos. Ello debe tomarse en cuenta al planear los digestores anaerobios y habrá que incluir dimensiones, así como las posibilidades de instalaciones para el almacenamiento de sustrato cuando la disponibilidad es mayor que la capacidad de la planta.

» Temperatura: El crecimiento y la reproducción de microorganismos es mayor a altas temperaturas, siempre y cuando no existan otras condiciones limitantes. En la mayoría de los casos, un rango de

temperaturas mesófilas de entre 35-48°C se considera lo más estable. La operación a temperaturas mayores en el rango termófilo de >50°C puede eliminar patógenos y ayudar a reducir los volúmenes en el reactor, pero por lo general requiere calentamiento y aislamiento. En climas más fríos, la DA se ha aplicado con éxito en digestores a menor escala; sin embargo, no sería una solución económicamente viable para digestores a mayor escala debido a la necesidad de calentamiento y aislamiento.

» Velocidad de carga orgánica (VCO): VCO cuantifica el volumen de sustrato que un reactor específico es capaz de degradar por unidad de tiempo.

» Relación Carbono: Nitrógeno (C:N): La abundancia relativa de carbono y nitrógeno es un parámetro esencial de crecimiento microbiano y debería estar en un rango de 16-25 para digestores anaeróbicos.

4.6.4.2. Aspectos ambientales

La conversión de residuos orgánicos en biogás se puede asociar con varios beneficios ambientales. El biogás por lo general reemplaza alguna otra forma de energía, en muchos casos un combustible fósil o leña. Si es para reemplazar un combustible fósil, el biogás de residuos orgánicos reduce la emisión de gases de efecto invernadero adicionales a la atmósfera, porque el carbono contenido en la biomasa se origina del CO₂ atmosférico. Si es para reemplazar leña, como es el caso de muchos hogares rurales, la sustitución con biogás puede reducir el índice de deforestación por la recolección de leña. El digestato de la DA utilizado como fertilizante orgánico, puede reemplazar los fertilizantes minerales de alto consumo de energía. No obstante, el uso del digestato como fertilizante también depende de poder garantizar que sea de alta calidad y que no esté contaminado con metales o patógenos.

Un posible riesgo ambiental es la fuga de biogás de digestores operados en forma incorrecta. Ya que el potencial de calentamiento global del metano es aprox. 21 veces mayor que el del CO₂, dichas fugas deben evitarse y se debe asegurar una correcta operación. También se debe evitar la fuga del digestato hacia cuerpos de agua, ya que puede afectar los ecosistemas locales.

4.6.4.3. Aspectos económicos

Los ingresos de la DA dependen mayormente de la calidad del sustrato. La contaminación con sustancias inorgánicas incrementa los costos de separación y disminuye los beneficios potenciales derivados de los residuos del proceso que podrían usarse como fertilizantes en la agricultura. El uso directo del biogás requiere inversiones adicionales mínimas. Con inversiones adicionales, el biogás se puede convertir en biometano, o en calor y electricidad. Para el siguiente cálculo se consideran 350 toneladas diarias durante 25 años.

Tabla No. 155 Estimación de costos COPEX Y OPEX digestion anaerobica

DETALLE	COPEX (Usd)	OPEX (Usd)	TOTAL (Usd)
Precio unitario	14,4	11,8	26,20
Cantidad de residuos en 25 años	3.193.750,00	3.193.750,00	3.193.750,00
Monto requerido para la vida util	45.990.000,00	37.686.250,00	83.676.250,00

Los beneficios de la digestión anaerobia de residuos orgánicos se derivan tanto del biogás como de la fuente de energía, así como del digestato como fertilizante. Los beneficios de la producción de biogás dependen principalmente del precio de la energía que este reemplaza. La posibilidad de usar el digestato como fertilizante orgánico, y su valor monetario depende, entre otras cosas, de la calidad del digestato, de las necesidades locales o regionales, y de su aceptación por parte de los agricultores. Los beneficios indirectos se derivan de la importante reducción de masas de residuos orgánicos depositados en vertederos o rellenos sanitarios, en especial en países en vías de desarrollo.

4.6.4.4. Análisis FODA sistema de digestión anaeróbica

Tabla No. 156 Análisis FODA digestión anaeróbica de residuos

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>Bajo CAPEX.</p> <p>Tecnología madura y muy simple de operar.</p> <p>Buena imagen pública. Reducción de gases de efecto invernadero.</p> <p>Gestión integral de residuos. Reducción de olores, vectores, entre otros..</p>	<p>Tecnología complementaria a una planta de valorización de residuos.</p> <p>Los residuos secundarios pueden ser comercializados como fertilizantes.</p> <p>Posibilita una gestión integral de residuos.</p> <p>Aplicable en un importante segmento de la industria.</p>
DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Solo puede ser utilizado en la parte orgánica de los RSU.</p> <p>Proceso sensible a tóxicos inhibidores presentes en los RSD.</p>	<p>Requiere un flujo continuo de residuo.</p>

4.6.5. Incineración (Combustion)

La incineración de residuos sólidos urbanos (IRSU) es la quema de residuos en un proceso controlado dentro de instalaciones específicas construidas para tal propósito. El objetivo principal de la IRSU es reducir el volumen y la masa de RSU, y convertirlos químicamente en materiales inertes en un proceso de combustión sin la necesidad de agregar combustible adicional (combustión autotérmica). Como efecto secundario, también permite la recuperación de energía, minerales y metales del flujo de residuos. Siempre existe un 25% de residuos de la incineración en la forma de escoria (ceniza de fondo) y cenizas volantes. La ceniza de fondo consiste de partículas finas que caen al fondo del incinerador durante la combustión, mientras que las cenizas volantes hacen referencia a las partículas finas en los gases de escape que deben ser eliminadas mediante un tratamiento del gas de combustión. Estos residuos requieren atención adicional y, en el caso de cenizas volantes peligrosas, un lugar seguro para su disposición final.

Los materiales combustibles en los residuos se queman al alcanzar la temperatura de ignición necesaria y entrar en contacto con oxígeno, sufriendo una reacción de oxidación. La temperatura de la reacción está entre 850°C y 1,450°C, y el proceso de combustión ocurre en la fase gaseosa y sólida, liberando simultáneamente energía térmica. Se requiere un poder calorífico mínimo de los residuos para permitir

la reacción térmica en cadena y la combustión auto-sostenible (llamada combustión autotérmica), es decir, no hay necesidad de agregar otros combustibles.

Durante la incineración se generan gases de escape que, después de su limpieza, se liberan a la atmósfera a través de una tubería y canal llamado conducto. Estos gases de combustión contienen la mayor parte de la energía disponible de los combustibles en la forma de calor, al igual que polvos y contaminantes gaseosos del aire que deben eliminarse mediante un proceso de purificación del gas de combustión. El calor excesivo de la combustión se puede usar para generar vapor y producir electricidad, para calentamiento/enfriamiento por redes o para suministrar vapor a procesos industriales cercanos (los componentes de una IRSU están ilustrados en la Figura 5). Plantas que utilizan la cogeneración de energía térmica (calentamiento y enfriamiento) junto con la generación de electricidad pueden alcanzar eficiencias óptimas de un 80%, mientras que la generación de electricidad por sí sola únicamente alcanzará eficiencias máximas de tan solo 20%.



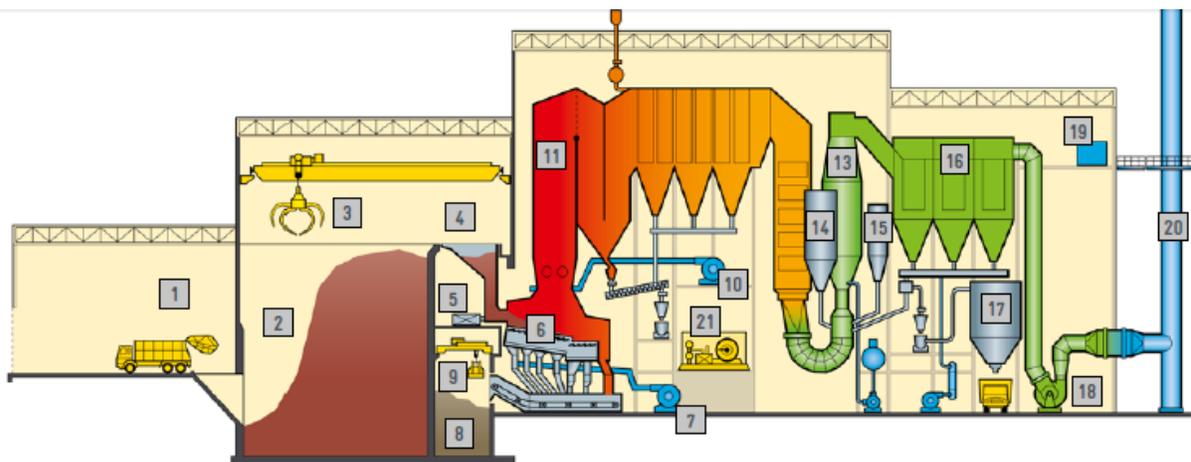
Tabla No. 157 Características técnicas de tipos de incineradores

TIPO PARRILLA	HORNO ROTATORIO	LECHO FLUIDIZADO
<p>Los sistemas de combustión de parrilla pueden procesar todo tipo de residuos, desde residuos sin clasificar hasta la fracción combustible de los residuos después de un proceso de clasificación y pre-tratamiento avanzado.</p> <p>Los residuos, pre-tratados o no, son incorporados a la cámara de combustión por una parrilla inclinada, ubicada en el fondo de la cámara de combustión. De este proceso se obtiene calor, el cual es conducido a una caldera.</p> <p>La recuperación de la energía se puede realizar a través de distintos tipos de caldera dependiendo del uso final de la energía, agua caliente, calefacción distrital, vapor industrial, electricidad o sus combinaciones.</p>	<p>La tecnología de combustión en horno rotatorio utiliza una tecnología similar a la de la industria del cemento, donde la cámara de combustión consiste en un cilindro ligeramente inclinado en su eje horizontal, con el fin de generar el flujo de material mientras el cilindro gira.</p> <p>En particular esta tecnología puede ser utilizada para una gran variedad de residuos con un tiempo de permanencia dentro del horno que asegura una buena combustión de los residuos, pero limita su capacidad. Es por esto que esta tecnología se ha desarrollado y es más utilizada para el tratamiento de residuos peligrosos. De este proceso se obtiene calor, el cual es conducido a una caldera.</p> <p>La recuperación de la energía se puede realizar a través de distintos tipos de caldera dependiendo del uso final de la energía, agua caliente, calefacción distrital, vapor industrial, electricidad o sus combinaciones.</p>	<p>La incineración de lecho fluidizado necesita pre-tratamiento de los residuos, considerando al menos la reducción del tamaño, y normalmente la clasificación y retiro de los metales, vidrios y arenas.</p> <p>Los residuos pretratados son incorporados a la cámara de combustión sobre un lecho de arena o caliza, ubicada en el fondo de la cámara de combustión. Desde el fondo de la cámara se inyecta aire u oxígeno, que permite la fluidización del lecho y la combustión de los residuos. De este proceso se obtiene calor, el cual es conducido a una caldera.</p> <p>La recuperación de la energía se puede realizar a través de distintos tipos de caldera dependiendo del uso final de la energía, agua caliente, calefacción distrital, vapor industrial, electricidad o sus combinaciones.</p>
PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO	PROCEDIMIENTO
<p>Los residuos son incorporados a la cámara de combustión por una parrilla inclinada, ubicada en el fondo de la cámara de combustión. La parrilla tiene varias funciones, como permitir el avance de los residuos, lo que se logra gracias al movimiento e inclinación de ésta. Además, facilita la mezcla de los residuos y, gracias</p>	<p>La cámara de combustión consiste en un cilindro ligeramente inclinado en su eje horizontal, con el fin de generar el flujo de material mientras gira.</p> <p>La rotación del cilindro se logra a través de rodillos que se encuentran bajo éste, permitiendo que los residuos se muevan a</p>	<p>Un horno de lecho fluidizado consiste en una cámara cilíndrica vertical, cuya parte inferior está formada por un lecho de material inerte, típicamente de arena o caliza.</p> <p>Por la parte inferior del lecho, se inyecta aire para conseguir la fluidización del</p>

<p>al efecto del movimiento, contribuye a atizar la llama y propagación de las brasas, lo que conlleva a la aceleración de la combustión.</p> <p>Existen diversas variantes de esta tecnología según el sistema de parrilla y la forma que son trasladados los residuos dentro de la cámara de combustión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parrilla pivotante: Las secciones de parrilla se colocan a través del ancho del horno. Las filas se mueven mecánicamente para producir un movimiento hacia arriba y hacia delante, avanzando y agitando los residuos. • Parrilla alternada: la parrilla está compuesta por módulos individuales con series de bloques alternados fijos y móviles. Los bloques de parrilla móviles accionados hidráulicamente se mueven adelante y atrás, agitando y mezclando los residuos mientras los traslada por la cámara de combustión. • Parrilla móvil: la parrilla está compuesta por una banda o correa continua metálica que transporta mecánicamente los residuos dentro de la cámara de combustión. • Parrilla de rodillos está compuesta por una serie de rodillos alternados que mezcla y transporta mecánicamente los residuos dentro de la cámara de combustión. <p>La temperatura de incineración es de al rededor de 850°C, para reducir emisiones de carbono. Esta temperatura debe mantenerse durante al menos 2 segundos. El aire necesario para el proceso se añade en diferentes etapas y puede ser inyectado a través de la parrilla, cuya función es la de actuar como aire de combustión, o bien, puede ser inyectado por encima del lecho de residuos con el objetivo de completar la combustión.</p> <p>La incineración se hace con más aire del que se necesita teóricamente, para asegurar la combustión de todos los residuos.</p> <p>La recuperación de energía se lleva a cabo a través de una caldera e intercambiadores de calor y/o turbinas a vapor, según se quiera obtener calor, energía eléctrica o ambas.</p> <p>Posteriormente, las cenizas producidas en este proceso deberán ser procesadas y eventualmente tratadas para su revalorización, en otros usos, como aditivo de cemento o en otros materiales de construcción, o en su defecto depositarse de forma adecuada dependiendo de su toxicidad.</p> <p>La cantidad y características de las cenizas o residuos de los procesos de tratamiento de los gases de escape dependen de la o las tecnologías de limpieza empleadas.</p>	<p>través del horno tanto por la gravedad como por efecto de la rotación.</p> <p>Las paredes del horno son de material refractario, que debido a las condiciones de operación puede dañarse por estrés térmico. En consecuencia, algunos hornos tienen una camisa refrigerada por aire o agua, que ayuda a extender la vida útil del material refractario, lo que permite reducir el número de paradas para mantención.</p> <p>El tiempo de residencia del material dentro del horno depende del ángulo de inclinación y velocidad de rotación del cilindro, y suele ser de entre 30 a 90 minutos aproximadamente, suficientes para asegurar una buena combustión del material.</p> <p>Los gases de escape generados en el horno rotativo son tratados en una cámara de post-combustión. Con el fin de asegurar las temperaturas necesarias para la destrucción de los compuestos orgánicos (850°C – 1.200°C), la cámara de post-combustión está equipada con quemadores que se accionan automáticamente en caso de que la temperatura disminuya bajo los valores dados. Esto hace que esta tecnología sea capaz de tratar residuos muy diversos sin requerir de un gran sistema de pre-tratamiento y homogenización.</p> <p>Si bien se puede tratar cualquier tipo de residuo, para lograr la temperatura necesaria se requiere de combustible adicional, lo que encarece el proceso. Además, la capacidad de estos hornos se ve limitada por su diámetro, es decir, para aumentar la capacidad es necesario un horno más grande, con el consecuente aumento en el costo.</p>	<p>material inerte, que además de “fluidizar” el lecho, actúa como comburente y se conoce como aire primario. El aire secundario se utiliza para la combustión completa de los gases.</p> <p>Según el movimiento del lecho, se diferencian en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lecho fluidizado burbujeante (Bubbling Fluidized Bed – BFB): se hace pasar aire por la parte inferior del horno hasta hacer burbujear el lecho manteniéndolo en suspensión. La velocidad de fluidización es aproximadamente dos veces la mínima. Las cenizas volantes se arrastran con los gases de combustión y las escorias son recogidas por la parte inferior del horno. • Lecho fluidizado circulante (Circulating Fluidized Bed – CFB): esta tecnología fue desarrollada con la intención de mejorar el lecho burbujeante, para lograr una combustión más completa y un mayor control sobre la temperatura. Se hace entrar el aire de forma tangencial de forma de que el lecho se mueva de forma similar a un ciclón en toda la cámara de combustión. La velocidad de fluidización puede ser de hasta 20 veces la mínima. Esta tecnología permite incinerar partículas de mayor tamaño que el lecho burbujeante. Debido a las altas velocidades, parte del material del lecho se arrastra con los gases de combustión. <p>En el interior del lecho fluidizado, tiene lugar el secado, volatilización, ignición y combustión de los residuos.</p> <p>En la parte situada por encima del lecho se alcanzan temperaturas de entre 850°C y 950°C, permitiendo la retención de gases en la zona de combustión, mientras que en el interior del lecho la temperatura es de aproximadamente 650°C.</p> <p>Los hornos de lecho fluidizado generalmente tienen una buena distribución de temperatura y oxígeno, lo que permite una operación más estable.</p>
---	--	---

La IRSU está diseñada para el tratamiento de volúmenes de residuos domésticos típicamente mezclados y sin tratar, y de algunos tipos de residuos industriales y comerciales. Un parámetro clave es el contenido de energía, conocido como poder calorífico inferior (PCI) en MJ/kg. Para asegurar la combustión autotérmica del residuo, el PCI no debería ser menor a 7 MJ/kg en promedio a lo largo de un año (para fines de comparación: El PCI de 1 kg de combustóleo es acerca de aproximadamente 40 MJ/kg-). En países en vías de desarrollo, el PCI de los RSU no separados a menudo está por debajo de este umbral debido al predominio del contenido orgánico con altos niveles de humedad y un importante nivel de fracciones de residuos inertes, tales como cenizas o arenas.

Figura No 18 componentes sistema de incineración (combustión) residuos para valorización energética



ENTREGA DE RESIDUOS	INCINERACIÓN	LIMPIEZA DEL GAS DE COMBUSTIÓN	RECUPERACIÓN DE ENERGÍA
1 Cuarto de vertido	5 Alimentador	13 Reactor-gas de comb.	21 Turbina de vapor / generador
2 Depósito de residuos	6 Parrilla de incineración	14 Cal hidratada	
3 Grúa de residuos	7 Ventilador primario	15 Carbón activado	
4 Tolva de alimentación	8 Depósito ceniza inf.	16 Filtro	
	9 Grúa ceniza inf.	17 Silo (ceniza volante)	
	10 Ventilador secundario	18 Ventilador ID	
	11 Caldera de vapor	19 Sistema de Monitoreo de Emisiones (CEMS)	
	12 Válvula de seguridad de la caldera	20 Chimenea	

4.6.5.1. Aspectos ambientales

Uno de los objetivos de la IRSU es contribuir a la reducción general del impacto ambiental, que de otra forma podría resultar de vertederos no controlados, la quema a cielo abierto o el uso de rellenos sanitarios para los residuos. La reducción del volumen de residuos mediante la incineración ayuda a ahorrar los escasos espacios valiosos en los rellenos sanitarios y a proteger el medio ambiente. Una fracción de la energía recuperada se puede considerar carbono neutral, debido al contenido de biomasa del RSU. Sin embargo, las instalaciones de IRSU también generan grandes cantidades de gases

de combustión que deberán ser tratados, incluso cuando la incineración haya ocurrido bajo óptimas condiciones de combustión. Para evitar riesgos irreversibles a la salud de las comunidades locales y al medio ambiente, el cumplimiento con estándares de emisión internacionales es esencial y se debe garantizar el monitoreo y reporte continuo de emisiones. Los contaminantes en gases de combustión toman la forma de polvos y gases, como el ácido clorhídrico (HCl), el ácido fluorhídrico (HF) y el dióxido de azufre (SO₂). Ciertos compuestos que contienen mercurio, dioxinas o dióxido de nitrógeno (NO₂), sólo se pueden eliminar mediante procesos químicos avanzados, que aumentan los costos del proyecto en forma sustancial. Los principales aspectos ambientales a atender son

- Control y monitoreo de las emisiones del proceso al aire y al agua (incluyendo olores);
- Calidad y potencial de uso de la escoria generada (ej. niveles de contaminación por metales pesados); Eliminación segura o reciclado de residuos de cenizas volantes peligrosas;
- Ruido y vibración del proceso;
- Consumo de agua y otras materias primas (reactivos);
- Emisiones fugitivas – principalmente del almacenamiento de residuos;
- Riesgos de almacenamiento/manejo/procesamiento de residuos peligrosos.

4.6.5.2. Aspectos económicos

La IRSU requiere una importante inversión de capital y debe estar respaldada por una planeación financiera a largo plazo, y suficientes recursos como para garantizar la operación y mantenimiento continuos de la planta. En países en vías de desarrollo, puede haber fondos disponibles para la inversión inicial, sin embargo, los recursos financieros para las fases de operación a menudo no están contemplados en cantidades suficientes. Para comparar y evaluar la viabilidad financiera de la operación de una planta de IRSU, se deben anualizar los costos de inversión y los costos operativos esperados. Para el cálculo del costo neto, los ingresos anuales por la venta de energía de materiales se pueden restar de los costos anualizados de inversión de capital y costos operativos, para obtener un costo general por tonelada de residuo basado en el volumen de residuos tratados al año. Para una planta de IRSU con la capacidad de tratar 150,000 toneladas métricas de residuos al año los ingresos de mercado de las ventas de energía y materiales únicamente no cubrirán el costo anual completo de la planta, y los costos netos esperados de 40 a 80 EUR por tonelada métrica de residuo deben ser cubiertos por otros medios de financiamiento. Se requieren ingresos adicionales de tarifas, subsidios públicos u otros fondos para asegurar la cobertura de los costos totales y el financiamiento de las operaciones en forma sostenible en el largo plazo.

Se debe entender que las soluciones de incineración generan costos de tratamiento de residuos mayores que los rellenos sanitarios utilizados con anterioridad, lo cual impulsa a los generadores de residuos a optar por la opción de disposición actual. Mientras que los costos estimados están relativamente bien definidos para países industrializados, resulta difícil ofrecer información representativa sobre costos en el contexto de países en vías de desarrollo.

Tabla No. 158 estimación de costos COPEX y OPEX tratamiento incineración residuos solidos

DETALLE	COPEX (Usd)	OPEX (Usd)	TOTAL (Usd)
Precio unitario	40	35	75,00
Cantidad de residuos en 25 años	3.650.000,00	3.650.000,00	3.650.000,00

DETALLE	COPEX (Usd)	OPEX (Usd)	TOTAL (Usd)
Monto requerido para la vida útil	146.000.000,00	127.750.000,00	273.750.000,00

4.6.5.3. Análisis FODA tecnologías de tratamiento por incineración de residuos

Tabla No. 159 Análisis FODA Incineración (combustión) por parrilla, horno rotatorio y lecho fluidizado

TIPO INCINERACION	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
PARRILLA	Tecnología con amplias referencias, con un conocimiento desarrollado para la construcción y operación. No requiere pretratamiento, tecnología simple y robusta. contratistas EPC. Bajos OPEX en comparación con otras tecnologías	La calidad de las emisiones está directamente relacionada con el esfuerzo de limpieza de los gases de combustión. Se puede incorporar pretratamiento para recuperar materiales valorizables	Rendimiento energético menor comparado a otras tecnologías. Mala reputación debido a antiguas tecnologías de Incineración. No recupera el material revalorizable sin pretratamiento adicional. Más apto a mayor escala (>100.000 ton anuales).	Reducción de la cantidad o poder calorífico de los residuos puede generar problemas técnicos de operación.
HORNO ROTATORIO	Puede recibir líquidos y pastas. Un alto nivel de madurez tecnológica, con numerosos proyectos implementados y un muy alto desarrollo de know-how en la operación.	Muy útil para el tratamiento de residuos peligrosos y residuos clínicos. Esta tecnología puede ser parte de un sistema integral de manejo de residuos.	Principalmente aplicado para residuos peligrosos y residuos biológicos infecciosos. Capacidad de procesamiento menor a otras tecnologías. El costo de inversión y operación es alto comparado con otras tecnologías.	Posible aumento en costo de operación dependiendo de la calidad del residuo. Generación menor con combustible húmedo.
LECHO FLUIDIZADO	Menor costo de tratamiento de los gases de combustión. Buena homogenización de los residuos en la cámara de combustión. Buena flexibilidad para diferentes tipos de residuos. Genera mayor cantidad de energía Genera materiales reciclables comercializables por defecto.	Con una pequeña inversión adicional, se puede aumentar significativamente la cantidad de materiales reciclables comercializables. Se pueden incorporar otros tipos de residuos. Se pueden incorporar los lodos de plantas de aguas servidas.	Mayores costos de pretratamiento (trituration) por que requiere un menor tamaño de residuos. Mayor porcentaje de cenizas volátiles en comparación a la tecnología de parrilla.	Posible reducción de la cantidad o poder calorífico de los residuos puede generar problemas técnicos de operación.

4.7. Análisis de alternativas de tratamiento

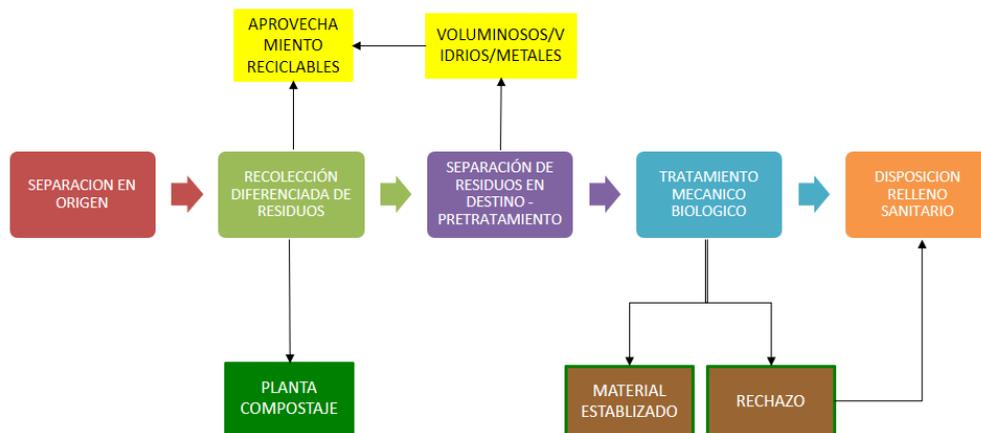
Para realizar el análisis de alternativas se considera los siguientes escenarios

Tabla No. 160 Escenarios de alternativas tecnológicas

ACTIVIDAD	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4	ESCENARIO 5
RECOLECCIÓN DIFERENCIADA DE RESIDUOS	SI	SI	SI	SI	SI
SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN DESTINO - PRETRATAMIENTO	SI	SI	SI	SI	SI
TRATAMIENTO MECANICO BIOLOGICO	SI	SI	SI	SI	SI
DIGESTION ANAEROBICA	NO	SI	NO	NO	NO
CO PROCESAMIENTO	NO	NO	SI	NO	NO
INCINERACION	NO	NO	NO	SI	NO
PIROLISIS/GASIFICACION	NO	NO	NO	NO	SI
DISPOSICION RELLENO SANITARIO	SI	SI	SI	SI	SI

Los 5 escenarios de la tabla anterior consideran para toda la separación en origen y el pre tratamiento como una condición primordial antes de ingresar al tratamiento de los residuos sólidos. para realizar este análisis de comparativo se van definir criterios de evaluación considerando aspectos técnicos, madurez tecnológica, económicos, sociales, ambientales y legales.

Figura No 19 Proceso primer escenario de Alternativa

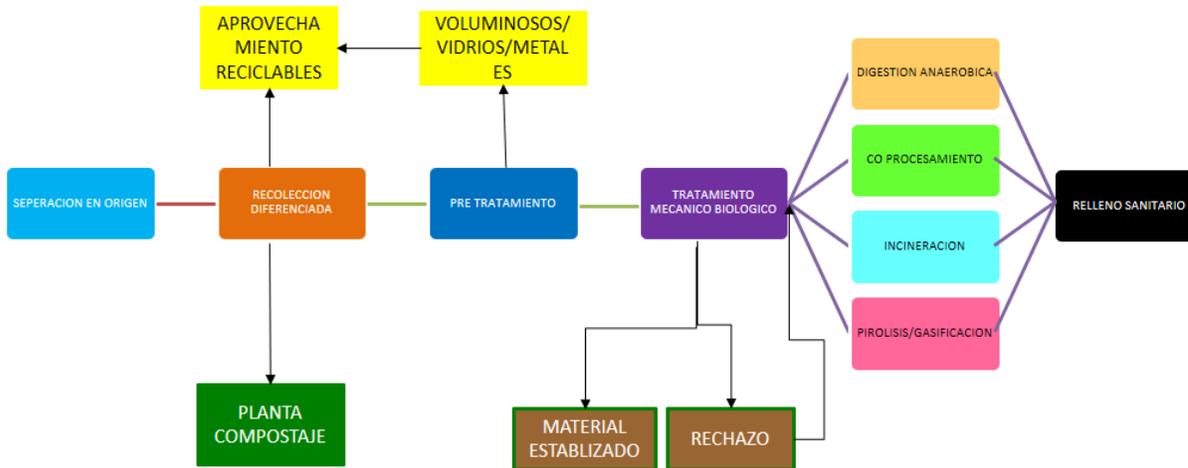


Fuente: elaboración propia

La figura anterior nos permite reconocer claramente el proceso considerador para la primer alternativa, donde es importante trabajar la separacion en origen, fortalecer la recoleccion diferenciada para

aprovechar reciclables separados en origen, y realizar compostaje con materiales limpios, posteriormente el Pretratamiento para el retiro de residuos voluminosos, metales, vidrio y algunos plásticos. Antes de pasar al tratamiento mecánico biológico donde se busca estabilizar los materiales y el rechazo vaya a una disposición final en un relleno sanitario.

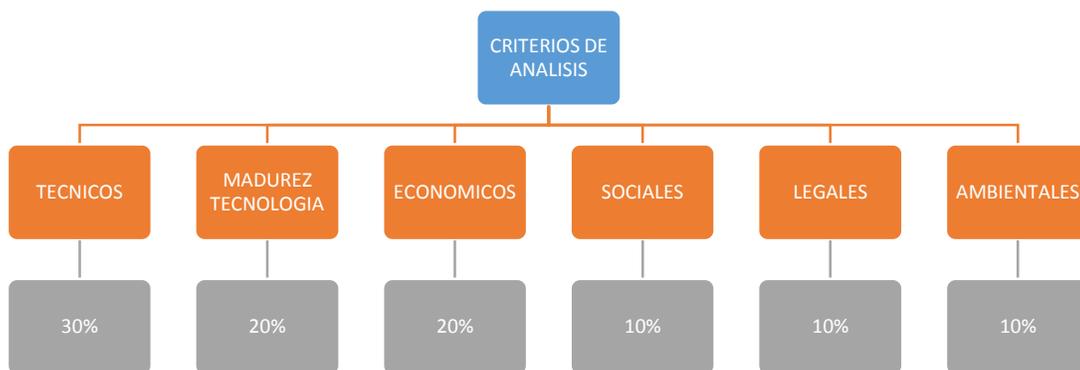
Figura No 20 Proceso de manejo de residuos considerando tecnología WTE



Fuente: elaboración propia

Al proceso descrito en la incorporamos las 4 tecnologías de tratamiento para valorización energética (WTE) y los rechazos de las mismas deberán ser dispuesta en un relleno sanitario finalmente. Por metodología expresada en la guía de la GIZ 2017 se considerará también la opción la captación de gas de relleno sanitario con el enfoque de valorización energética. El criterio técnico de la metodología analiza 12 aspectos, considerando el tipo de residuos, poder calorífico y modelo de gestión de la ciudad de La Paz con una ponderación del 30%.

Figura No 21 Criterios de evaluación de alternativas



4.7.1. Datos a considerar en el análisis de alternativas

Para realizar el siguiente análisis se toman en cuenta los resultados de la caracterización en los criterios de evaluación, como la generación, composición física, poder calorífico, marco normativo entre los más importantes, así mismo existen criterios que se analizan desde la perspectiva de la tecnología como la madurez tecnológica y los aspectos ambientales, con el siguiente detalle.

Tabla No. 161 Datos específicos de la ciudad de La Paz en el análisis de alternativas

CRITERIO DE ANALISIS	PARAMETRO	VALORES
TECNICO	1. Servicio de aseo Urbano actual 2. Generación (ppc) 3. Composición de los residuos 4. Poder calorífico 5. otras condiciones de entorno de los residuos sólidos de la ciudad de La Paz, tiempo de transporte de residuos a la disposición final, cadena productiva de los residuos sólidos,	1. Se valora el tipo de servicio actual que busca la separación en origen de los residuos y define sistema de recolección diferenciada. 2. 0,740 kg/hab.día (698,11 ton/día – 254.810,15 ton/año) 3. El poder calorífico inferior PCI en la ciudad es 3500,6 KCAL/KG equivalente a 14,89 MJ/KG
MADUREZ TECNOLÓGICA	Para este aspecto se analiza la cantidad de plantas existentes en el mundo de la misma tecnología y su desarrollo tecnológico	NINGUNA
ECONOMICOS	Generación de residuos Se calcula los costos de inversión (COPEX) y de operación y mantenimiento (OPEX) en función a la cantidad de residuos.	Se estima una planta de 105 toneladas anuales, como resultado del tratamiento primario. Siendo que la ciudad de la paz tiene un alto porcentaje de materia orgánica compostable y una generación anual de 254 mil toneladas.
SOCIALES	Resultado de encuestas aplicadas en el proceso de caracterización en la ciudad de La Paz	Consulta al vecino sobre cómo le gustaría que se gestionen los residuos en la ciudad de la paz, y el 59% desea que se industrialice o genere energía.
LEGALES	Marco normativo vigente en Bolivia	Ley 755 de gestión de residuos, RM 651 Lineamientos técnicos para tratamientos térmicos de residuos en Bolivia
AMBIENTALES	Emisiones en el cumplimiento de la normativa vigente en el país	Emisiones de gases en el marco de la RM 651

4.7.2. Evaluación criterio técnicos técnica

Para este fin se aplica la metodología de evaluación sugerida en la Guía para Países en Vías de Desarrollo (GTZ, 2017), la cual busca ayudar a los tomadores de decisión a obtener una primera idea de la idoneidad de la implementación de potenciales tecnologías WTE en un contexto específico y los aspectos importantes a considerar. Para esto se analizarán doce (12) Aspectos.

Figura No 22 Criterios para analizar las alternativas de tratamiento de residuos sólidos



Para cada uno de los 12 parámetros arriba enumerados, se evaluaron sus condiciones locales de acuerdo con las opciones ofrecidas en forma horizontal de lado izquierdo (altamente avanzado) de lado derecho (fuertemente subdesarrollado) en la matriz. La tecnología más conveniente de las 5 tecnologías de aprovechamiento energético se identifica mediante diferentes colores.

Tabla No. 162 Matriz análisis de resultados de alternativas

TOTALES DE LA MATRIZ	¿Es la tecnología adecuada para mi contexto?
<ul style="list-style-type: none"> Nueve o más campos en verde El resto en amarillo 	<p>En principio, la tecnología parece ser aplicable. No obstante, los parámetros en amarillo deberán ser investigados en mayor detalle y se deberán implementar mejoras</p>
<ul style="list-style-type: none"> Menos de nueve campos en verde El resto en amarillo 	<p>La tecnología podría ser adecuada pero las condiciones actuales aún no favorecen su aplicación. Los responsables de la toma de decisiones deberán evaluar las condiciones existentes en mayor detalle antes de iniciar un proyecto de aprovechamiento, o bien enfocarse en una tecnología que tenga más campos en verde.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Uno o más campos en rojo 	<p>CRITERIO DE ELIMINACIÓN: existen varias deficiencias para la Aplicación de esta tecnología. Todas las condiciones en rojo deberán mejorarse antes de iniciar un proyecto con esta tecnología, o bien seleccionar una tecnología que sólo tenga campos en amarillo o verde</p>

4.7.2.1. Nivel general de gestión de residuos

Un requerimiento básico para la implementación exitosa de proyectos de aprovechamiento energético de residuos es la existencia de sistemas de gestión de residuos avanzados basados en la recolección y tratamiento separados de los flujos de residuos provenientes de diferentes fuentes. El servicio de aseo

urbano de la ciudad de La Paz contempla 16 ítem, que incluye la recolección diferenciada de residuos especiales, peligrosos, poda entre otros.

Existe un sistema avanzado de gestión de residuos basado en el flujo de los residuos (ej. biomasa, residuos peligrosos, reciclables).	Recolección sistemática organizada de residuos. Algunas fracciones de residuos (como llantas, reciclables, biomasa) se envían para reciclado y composta.	Existe recolección sistemática y disposición final en rellenos sanitarios. El reciclado no está organizado en forma sistemática.	Ausencia de recolección sistemática, reciclado y disposición final o eliminación de residuos.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	1	1
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	1	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	1	1
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	1	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	1	2

4.7.2.2. Composición de los residuos

El Gobierno municipal implementa un servicio de aseo mixto, así mismo contempla la colocación de islas verdes y contenedores diferenciados en diferentes puntos de la ciudad.

Fraciones orgánicas y no orgánicas se recolectan por separado. Los residuos peligrosos y los residuos voluminosos minerales reciben tratamiento por separado	Los RSU o fracciones de residuos recolectados por separado a veces se mezclan con pequeñas fracciones de residuos minerales y peligrosos	Los RSU se mezclan en forma regular con fracciones de residuos minerales o peligrosos	Los RSU se mezclan con grandes cantidades de residuos minerales y peligrosos	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	2	1
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	2	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	2	2
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	2	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	2	2

4.7.2.3. Poder calorífico del RSU para procesos térmicos, contenido orgánico

El poder calorífico ponderado de la ciudad es de 14,89 MJ/kg

El poder calorífico del RSU es en promedio > 8 MJ/kg.	El poder calorífico del RSU está entre 7 y 8 MJ/kg en promedio.	El poder calorífico del RSU es < 7 MJ/kg. Alto contenido de biomasa con alto contenido promedio de humedad.	El poder calorífico del RSU es < 7 MJ/kg. El contenido de fracciones inorgánicas (como ceniza, polvo, arena, vidrio, metales) es alto.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	1	1
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	1	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	1	1
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	1	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	1	1

4.7.2.4. Cantidades apropiadas de residuos para el aprovechamiento energético

La generación total de los residuos es de 252 mil toneladas anuales, considerando que se debe implementar un tratamiento primario para retirar voluminosos, reciclable, orgánicos y reducir la humedad, siendo la fracción no aprovechable de 40% se considera una cantidad de 105 mil toneladas anuales para el tratamiento de residuos.

> 150,000 toneladas métricas de fracciones de residuos aptos disponibles al año	50,000 a 150,000 toneladas métricas de fracciones de residuos aptos al año	10,000 a 50,000 toneladas métricas de fracciones de residuos aptos al año	< 10,000 toneladas métricas de fracciones de residuos aptos al año	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	2	2
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	2	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	2	1
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	2	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	2	2

4.7.2.5. Operación eficiente de instalaciones de gestión de residuos

Existen experiencias en proveedores nacionales públicos y privado para la operación de plantas de aprovechamiento de residuos sólidos y se requiere el desarrollo de capacidades para aprovechamiento energético.

Los actores públicos y privados tienen experiencia en la gestión eficiente de instalaciones para el manejo de residuos, y en temas de cooperación	Los actores públicos y privados tienen experiencia, pero requieren el desarrollo de capacidades para poder gestionar instalaciones de aprovechamiento energético de residuos en forma eficiente	Los actores públicos tienen experiencia limitada en el aprovechamiento energético de residuos y el personal nacional calificado es difícil tanto para el sector público como para el privado	Ni los actores públicos ni los privados tienen experiencia en la operación de sistemas de aprovechamiento energético de residuos.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	2	2
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	2	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	2	2
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	2	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	2	2

4.7.2.6. *Tiempos y distancias de transporte adicionales de los RSU a plantas de aprovechamiento energético de residuos*

La distancia no es un factor por que la planta deberá estar en la nueva área de disposición final.

La distancia o tiempo de transporte casi no cambiará con respecto a la situación actual.	El tiempo de transporte incrementará < 1 hora, y la distancia adicional será < 50 km.	El tiempo de transporte incrementará >1 hora. La distancia de transporte adicionales será > 100 km.	La distancia de transporte adicional será > 200 km y no se dispone de transporte por ferrocarril.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	1	1
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	1	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	1	1
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	1	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	1	2

4.7.2.7. *Comercialización y/o disposición final de los residuos del proceso*

Existe la cadena productiva de residuos sólidos debidamente consolidada en la ciudad de La Paz y la demanda de energía eléctrica.

Existe un mercado para los residuos del proceso. Los residuos peligrosos se pueden disponer en forma segura en un relleno sanitario o confinamiento controlado cercano a la planta de aprovechamiento energético.	No hay mercado para los residuos del proceso. Todos los residuos del proceso se pueden disponer en forma segura en un relleno sanitario controlado cercano a la planta.	No hay mercado para los residuos del proceso. La disposición o eliminación segura requiere transporte a grandes distancias.	No hay mercado para los residuos del proceso y no se cuenta con disposición o eliminación segura para los residuos del proceso.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	1	1
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	1	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	1	1
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	1	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	1	2

4.7.2.8. Marco legal y requisitos ambientales para el aprovechamiento energético de residuos

La ley 755 de residuos descrita anteriormente en el marco normativo y la guía de lineamientos para tratamiento térmico.

Existe un marco legal integral que considera todo tipo de aprovechamiento energético de residuos. Las leyes se aplican y la estrategia nacional para la gestión de residuos también cubre el aprovechamiento energético de residuos.	Existe un marco legal nacional para el aprovechamiento energético de residuos. Todas las deficiencias a nivel cumplimiento, ordenanzas y estatutos son atendidos.	El marco legal nacional para el aprovechamiento energético de residuos es parcialmente existente o inexistente. El cumplimiento de normas internacionales se puede asegurar en proyectos específicos.	El marco legal existente prohíbe el aprovechamiento térmico de residuos, o bien existen indicios de que no se pueden hacer cumplir debidamente los estándares de emisiones.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	1	1
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	1	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	1	1
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	1	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	1	2

4.7.2.9. *Financiamiento de la gestión de RSU*

Los costos de recolección y eliminación de RSU siempre están cubiertos en su totalidad. Existen medios financieros accesibles para cubrir los costos adicionales del aprovechamiento energético de residuos.	Los costos de recolección y eliminación de RSU siempre están cubiertos en su totalidad. Puede haber dificultades para cubrir los costos adicionales del aprovechamiento energético de residuos.	Los costos de recolección y eliminación de RSU no se pueden cubrir en forma regular.	A menudo existe una falta de medios financieros para cubrir los costos operativos de los servicios de RSU.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	2	2
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	2	2
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	2	2
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	2	2
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	2	3

4.7.2.10. *Acceso a refacciones y divisas extranjeras*

Se tiene acceso a divisas extranjeras para la comprar de refacciones, en caso de tener la planta instalada el proveedor deberá instalar una oficina local para proveer los insumos operativos.

Las refacciones se pueden adquirir en forma local. No existe restricción sobre la compra de refacciones en divisas extranjeras.	La mayoría de las refacciones se pueden comprar en forma local. Existen oficinas locales para la venta de refacciones de importación.	La tecnología clave de la planta de aprovechamiento energético de residuos debe ser importada. Demoras en el acceso a compras en divisas extranjeras.	No hay acceso a divisas extranjeras	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	2	2
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	2	2
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	2	2
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	2	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	2	2

4.7.2.11. *Acceso de los usuarios finales a la energía obtenida del aprovechamiento de residuos o combustible derivado de residuos (CDR)*

Existe la industria cementera, y la red de interconexión eléctrica para recibir los productos de la planta de tratamiento.

Las instalaciones de aprovechamiento energético o CDR se ubican en la cercanía de un área industrial con demanda eléctrica y de calor/gas. Existe una buena infraestructura de transporte y energía.	Las instalaciones de aprovechamiento energético o CDR se ubican en un área con demanda térmica moderada. Existe una buena infraestructura de transporte y energía.	Las instalaciones de aprovechamiento energético o CDR se ubican cerca de una importante red de transmisión. No hay demanda térmica en el área.	Las instalaciones de aprovechamiento energético o CDR se ubican en un área mal conectada a los consumidores de energía.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	2	2
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	2	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	2	1
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	2	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	2	2

4.7.2.12. Incentivos para una generación de energía baja en emisiones de carbono

Existen los incentivos para la energía alternativas mediante el programa de cambio climático, que actualmente se aplica a otros rubros como energía solar, geotérmica.

Ya se están aplicando incentivos económicos con éxito a la generación termoeléctrica baja en emisiones de carbono.	Los incentivos económicos para la generación de electricidad baja en emisiones de carbono a partir de residuos están regulados, pero no se han aplicado.	Los incentivos económicos probablemente se introducirán en menos de un año.	No existen incentivos económicos.	SITUACION CIUDAD DE LA PAZ	RESULTADO
Incineración	Incineración	Incineración	Incineración	2	2
Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	Coprocesamiento	2	1
Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	Digestión anaerobia	2	2
Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	Recolección de gas de relleno sanitario	2	1
Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	Pirólisis y gasificación	2	2

4.7.2.13. Resultados evaluación técnica

Del análisis anterior, los resultados en orden de priorización son 1) captación de gas del relleno sanitario, como opción más adecuada a la realidad con 11 criterios verdes y 1 amarillo. La segunda alternativa es el 2) coprocesamiento mediante combustibles derivados de los residuos con 10 verdes y 2 amarillos, la tercera opción es la 3) digestión anaeróbica con 7 verdes y 5 amarillas, la cuarta alternativas es la 4) incineración con 6 verdes y 6 amarillas quedando en un escenario no favorable para su aplicación y por ultimo tenemos la pirolisis o gasificación que queda totalmente descartada al no ser una tecnología que actualmente se pueda implementar.

Tabla No. 163 Resultados de aplicación de matriz de análisis de alternativas

TRATAMIENTO	VERDE	AMARILLA	ROJA
Incineración	6	6	0
Procesamiento	10	2	0
Biometanización	7	5	0
Recolección de gas de relleno sanitario	11	1	0
Pirólisis y gasificación	1	10	1

Resumen evaluación criterio técnico

TRATAMIENTO	APLICABILIDAD	PONDERADO DEL 30%
Incineración	50,0%	15,0%
Coprocesamiento	83,3%	25,0%
Biometanización	58,3%	17,5%
Recolección de gas de relleno sanitario	91,7%	27,5%
Pirólisis y gasificación	8,3%	2,5%

4.7.3. Evaluación Criterio Madurez tecnológica

La madurez tecnología tiene una ponderación del 20% siendo que la tecnología a ser implementada debe ser una que haya superada las etapas de desarrollo y sea de fácil acceso, que no sea una tecnología que tengas incertidumbres elevadas. Para este análisis de clasificaran en 3 tipos de tecnologías, madurez alta 100%, media 50% y baja 20%. Con esta premisa tenemos el siguiente análisis. El proceso de incineración la vamos a considerar mediante tres tecnologías, el tipo parrilla, lecho fluidizado y hornos rotatorios

Tabla No. 164 Evaluación criterios madures tecnológica

TECNOLOGIA		MADUREZ TECNOLÓGICA	COMENTARIO	PORCENTAJE
Incineración	Parrilla	ALTA	Es la tecnología con más de mil plantas en el mundo	100%
	Horno rotativo	BAJO	Es una tecnología que con pocas experiencias desarrolladas	20%
	Lecho fluidizado	BAJA	Es una tecnología que con pocas experiencias desarrolladas	20%
Coprocesamiento		ALTA	Plantas existentes en Europa, Norteamérica, Asia, en Latinoamérica México y Brasil	100%
Biometanización		ALTA	A nivel Latinoamérica es la tecnología mas usada, con plantas en Brasil, Chile y Argentina	100%
Recolección de gas de relleno sanitario		ALTA	Tecnología probada y aplicada a nivel Latinoamérica	100%
Pirólisis y gasificación		BAJA	La pirólisis en proceso de desarrollo y la gasificación insuficiente experiencias fuera de JAPON	20%

Resumen evaluación criterios madurez tecnológica

TECNOLOGIA		MADUREZ TECNOLÓGICA	PONDERADO DEL 20%
Incineración	Parrilla	100%	20%
	Horno rotativo	20%	4%
	Lecho fluidizado	20%	4%
Coprocesamiento		100%	20%
Biometanización		100%	20%
Recolección de gas de relleno sanitario		100%	20%
Pirolisis y gasificación		20%	4%

4.7.4. Evaluación criterio económico

Para la evaluación de criterios económicos vamos a considerar los costos de inversión y operación por tonelada gestionada, los montos están en dólares americanos, para un tiempo de vida útil de 25 años. Sumando los montos de inversión y operación se tiene el presupuesto total para la vida útil del proyecto, por la cantidad de residuos de la ciudad de La Paz. Se definen rangos presupuestos menores a 100 millones (100%), 101-250 millones (75%), 251-350 millones (50%), mayores a 351 millones (25%)

Tabla No. 165 Evaluación económica de alternativas

TECNOLOGIA		COSTO DE INVERSIÓN USD	COSTO DE OPERACIÓN USD	PRESUPUESTO TOTAL USD
Incineración	Parrilla	115 millones	102 millones	217 millones
	Horno rotativo	240 millones	164 millones	404 millones
	Lecho fluidizado	150 millones	142 millones	292 millones
Coprocesamiento		62,5 Millones	56,8 millones	118,7 millones
Biometanización		45,9 millones	37,7 millones	83,67 millones
Recolección de gas de relleno sanitario		5 millones	5 millones	10.000.000
Pirolisis y gasificación		210 millones	156 millones	366 millones

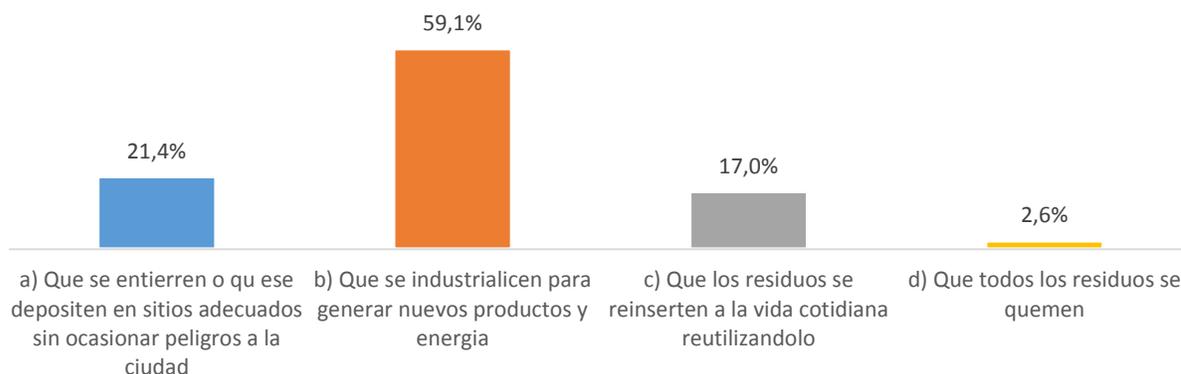
Resumen Evaluación económica de alternativas

TECNOLOGIA		ANÁLISIS ECONÓMICO	PONDERADO DEL 20%
Incineración	Parrilla	75%	15%
	Horno rotativo	25%	5%
	Lecho fluidizado	50%	10%
Coprocesamiento		75%	15%
Biometanización		100%	20%
Recolección de gas de relleno sanitario		100%	20%

TECNOLOGIA	ANALISIS ECONOMICO	PONDERADO DEL 20%
Pirolisis y gasificación	25%	5%

4.7.5. Evaluación criterio social

La encuesta aplicada en el componente de disposición final o tratamiento, contempla la pregunta al vecino de como quisiera que se gestionen sus residuos, con el siguiente resultado.



De 1650 encuestas aplicadas el 59% busca que se industrialice los residuos o se genere energía, estas tecnologías tendrán un 100%, que se entierren o depositen en sitios adecuados sin ocasionar peligros a la ciudad 21%, estas tecnologías tendrán un 50%

Tabla No. 166 Evaluación de criterios sociales

TECNOLOGIA	ANALISIS SOCIAL	PONDERADO DEL 10%
Incineración	Parrilla	100%
	Horno rotativo	100%
	Lecho fluidizado	100%
Coprocesamiento	100%	10%
Biometanización	50%	5%
Recolección de gas de relleno sanitario	50%	5%
Pirolisis y gasificación	100%	10%

4.7.6. Evaluación criterios legales

Es importante considerar los criterios legales, para ver el marco regulatorio de la aplicación de la alternativa tecnológica en el nuestro país, la ley 755 de residuos, el Decreto supremo 2954 de la ley de residuos, la Resolución ministerial 651 de lineamientos para tratamiento térmicos.

LEY 755 DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS

Artículo 30. (TRATAMIENTO).

- I. Los residuos según sus características, deben ser sometidos a procesos de tratamiento para su aprovechamiento, reducción de su peligrosidad o disposición final segura. Forman parte también del tratamiento, las operaciones realizadas en los sitios de disposición final en rellenos sanitarios.
- II. Las instalaciones destinadas al tratamiento de residuos, deben contar con la infraestructura y equipamiento adecuados, cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad, durante la construcción, operación, cierre y rehabilitación cuando corresponda.
- III. Las plantas para el tratamiento de residuos, deben diseñarse e implementarse en función a las características de los residuos a tratar.
- IV. El tratamiento de los residuos podrá incluir procesos biológicos, mecánicos, físico-químicos o térmicos, orientados a maximizar su aprovechamiento para fines de su valorización.

EL DS 2954 REGLAMENTO DE LEY DE RESIDUOS

ARTÍCULO 57. (Tratamiento).

- I. El tratamiento de los residuos deberá realizarse tomando en cuenta las siguientes modalidades:
 - a) Clasificación a través de métodos de selección manual o mecanizada, que no requieren procesos de transformación, pero sí de reducción de volumen e higienización según corresponda para introducirlos al mercado de reciclaje.
 - b) Transformación, consistente en la conversión de los residuos mediante procesos biológicos, mecánicos, físico químicos o térmicos de los residuos para fines de aprovechamiento o reducción de peligrosidad.
- II. Se podrá optar por cualquiera de las modalidades de tratamiento anteriormente citadas, pudiendo combinarlas, siempre y cuando no genere contaminación al medio ambiente o daño a la salud.
- III. Los residuos no aprovechables que resulten de los procesos de tratamiento podrán ser enviados al relleno sanitario, celdas de seguridad o a plantas de aprovechamiento energético según corresponda.

ARTÍCULO 61. (Plantas de tratamiento térmico de residuos).

- I. Las plantas de tratamiento térmico se implementarán para los siguientes casos:
En residuos peligrosos, cuando reduzca las características de peligrosidad de los residuos.
En residuos no peligrosos, cuando estos no puedan ser reutilizados o reciclados, no exista otra opción económica para su tratamiento y se garantice el aprovechamiento energético con eficiencia.
- II. Para el cumplimiento del Parágrafo I del presente Artículo, las instalaciones de tratamiento térmico deberán cumplir al menos los siguientes criterios:
Disponer de mecanismos tecnológicos y operativos que aseguren la protección a la salud y el medio ambiente.
Cumplir con los límites permisibles de descarga de efluentes y emisión de partículas y gases.

III. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, emitirá la normativa técnica para la ubicación de estas instalaciones y al cumplimiento de lo dispuesto en los Parágrafos precedentes del presente Artículo.

Tabla No. 167 Evaluación criterios legales

TECNOLOGIA		NORMATIVA BOLIVIANA	ANALISIS SOCIAL	PONDERADO DEL 10%
Incineración	Parrilla	LEY 755 (ART 30) DS 2954 (57 Y 61) Y RM 651 (LINEAMIENTOS TRATAMIENTO TERMICO)	100%	10%
	Horno rotativo	LEY 755 (ART 30) DS 2954 (57 Y 61) Y RM 651 (LINEAMIENTOS TRATAMIENTO TERMICO)	100%	10%
	Lecho fluidizado	LEY 755 (ART 30) DS 2954 (57 Y 61) Y RM 651 (LINEAMIENTOS TRATAMIENTO TERMICO)	100%	10%
Coprocesamiento		LEY 755 (ART ART 30, 57 Y 61)	75%	8%
Biometanización		LEY 755 (ART 70)	75%	8%
Recolección de gas de relleno sanitario		LEY 755 (ART 70)	75%	8%
Pirolisis y gasificación		LEY 755 (ART 30) DS 2954 (57 Y 61) Y RM 651 (LINEAMIENTOS TRATAMIENTO TERMICO)	100%	10%

Así mismo la resolución ministerial 651 de Lineamientos de tratamiento térmicos describe el marco regulatorio, los diferentes procesos de tratamiento y los límites permisibles de emisión que deben cumplir estas plantas para ser implementadas en el país.

4.7.7. Evaluación de criterios ambientales

Cada una de las alternativas analizadas tiene sus condiciones técnicas diferenciadas, tanto en la emisión de gases, cenizas, rechazos que deben enmarcarse en la RM 651 enunciada anteriormente, para este a realizamos una descripción de sus aspectos ambientales y su adaptación a la normativa. A las tecnologías con impacto bajo se les asignara 100% a las de impacto medio 50% y a las de impacto alto 25%

Tabla No. 168 Evaluación de criterios ambientales

TECNOLOGIA		ASPECTOS AMBIENTALES		CATEGORIZACION
		IMPACTOS POSITIVOS	RIESGO	
Incineración	Parrilla	<p>La reducción del volumen de residuos mediante la incineración ayuda a ahorrar los escasos espacios valiosos en los rellenos sanitarios y a proteger el medio ambiente. Minimiza la generación de lixiviados</p>	<p>Generan grandes cantidades de gases de combustión que deberán ser tratados, incluso cuando la incineración haya ocurrido bajo óptimas condiciones de combustión. Los contaminantes en gases de combustión toman la forma de polvos y gases, como el ácido clorhídrico (HCl), el ácido fluorhídrico (HF) y el dióxido de azufre (SO₂).</p>	MEDIO
	Horno rotativo			MEDIO
	Lecho fluidizado			MEDIO
Coprocesamiento		<p>La reducción del volumen de residuos mediante la incineración ayuda a ahorrar los escasos espacios valiosos en los rellenos sanitarios y a proteger el medio ambiente. Minimiza la generación de lixiviados Reducción de uso de recursos no renovables en la producción industrial</p>	<p>Se debe incorporar control y monitoreo en la emisión de gases de las industrias que usen el CDR</p>	MEDIO
Biometanización		<p>Reducción de generación de lixiviados Reducción de áreas requerida para disposición final Reducción en las emisión de gases de efecto invernadero</p>	<p>Un posible riesgo ambiental es la fuga de biogás de digestores operados en forma incorrecta. Ya que el potencial de calentamiento global del metano es aprox. 21 veces mayor que el del CO₂</p>	BAJO
Recolección de gas de relleno sanitario		<p>La recolección y combustión de metano de rellenos sanitarios contribuye a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y otras emisiones tóxicas</p>	<p>La inadecuada operación del relleno sanitario afecta en la calidad de gases a ser utilizados en valorización energética</p>	BAJO
Pirolisis y gasificación		<p>Mayor generación eléctrica usando motores o turbinas de gas; Menores volúmenes de gas de combustión después de la combustión; Producción de carboncillo o coque que se puede utilizar como combustible en plantas eléctricas o cementeras.</p>	<p>Falta de experiencia e información confiable sobre desempeño y emisiones</p>	ALTO

TECNOLOGIA		ANALISIS SOCIAL	PONDERADO DEL 10%
Incineración	Parrilla	50%	5,0%
	Horno rotativo	50%	5,0%
	Lecho fluidizado	50%	5,0%
Coprocesamiento		50%	5,0%
Digestión anaerobia		50%	5,0%
Recolección de gas de relleno sanitario		100%	10,0%
Pirolisis y gasificación		25%	2,5%

4.7.8. Resultados de análisis de alternativas

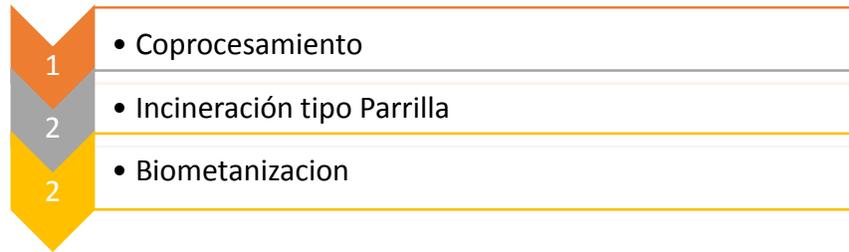
Realizando la comparación de todas las alternativas tecnológicas con los criterios de evaluación definidos se tiene la siguiente tabla.

Tabla No. 169 Resultados de análisis de alternativas

TECNOLOGIA	TECNICA	MADUREZ TECNOLÓGICA	ECONOMICA	SOCIAL	LEGAL	AMBIENTAL	TOTAL
Coprocesamiento	25%	20,00%	15%	10%	8%	5%	82,5%
Digestión anaerobia	18%	20,00%	20%	5%	8%	5%	75,0%
Recolección de gas de relleno sanitario	28%	20,00%	20%	5%	8%	10%	90,0%
Incineración	Parrilla	15%	20,00%	15%	10%	10%	75,0%
	Horno rotativo	15%	4,00%	5%	10%	10%	49,0%
	Lecho fluidizado	15%	4,00%	10%	10%	10%	54,0%
Pirolisis y gasificación	3%	4,00%	5%	10%	10%	3%	34,0%

Los resultados del análisis de alternativas tecnológicas para valorización energética para la ciudad de La Paz según los criterios evaluados tienen la recolección de gas de relleno sanitario como primera opción con 90%, el coprocesamiento como segunda opción con 82,5% y como tercera prioridad la digestión anaeróbica y la incineración tipo parrilla.

Considerando que de las alternativas de valorización energética la captación de gas solo contempla un tratamiento primario y posteriormente se realiza la explotación del relleno sanitario, siendo una alternativa de mediano plazo, se considera que el coprocesamiento mediante el CDR es la primera alternativa de tratamiento de valorización energética y en segunda prioridad la incineración tipo parrilla y la biometanización de los residuos.



4.8. Alternativas de tratamiento adicionales

Las alternativas de tratamiento no necesariamente vinculadas a la valorización energética propuesta para la ciudad La Paz, deben de igual manera contemplar un fortalecimiento a la separación en origen, un tratamiento primario en destino y así recuperar el mayor porcentaje de materiales reciclables o compostables. Las tecnologías recomendadas son:



4.8.1. Relleno sanitario seco

El relleno seco consiste en enfardar los residuos que salen del tratamiento primario, la compactación del material se realiza con una fuerza de 1200kN en una cámara cerrada de prensado, consiguiendo de esta forma pacas de máxima densidad. El sistema de atado puede ser con alambre o embalaje.

Tabla No. 170 análisis relleno sanitario seco

Proceso	I. Ambiental	I. Económico	I. Social
Relleno sanitario seco (enfardado)	<ul style="list-style-type: none"> • Vida útil más larga del relleno sanitario ya que la densidad de los residuos es mucho mayor que en la disposición final convencionales y con una proporción mucho menor de tierra de cobertura. • Menor impacto ambiental del relleno sanitario ya que el sistema extrae los líquidos y el aire del interior de los fardos, dificultando así la fermentación y reduciendo, por tanto, la producción de lixiviados y su carga contaminante y la generación de gases y olores. • Gestión más sencilla y económica porque se requiere menor cantidad de tierra de cobertura y, por tanto, menor circulación de camiones y menor cantidad de maquinaria y operarios en el relleno sanitario • Mayor seguridad por la alta estabilidad de los fardos colocados en el relleno sanitario, sin problemas de hundimientos, derrumbes ni incendios. • Mayor limpieza y mejores condiciones sanitarias ya que la alta densidad de las balas y su atado impiden la acción de aves y roedores y la dispersión de residuos ligeros por la acción del viento. 	<p>Es una alternativa de inversión media-baja.</p> <p>Costos de inversión para una planta de tratamiento de 200.000 Ton/año de 10-15 millones US\$. (no considera el presupuesto relleno sanitario)</p> <p>Costos de explotación costosos (24,1 US\$/Ton)</p>	<p>Tratamiento primario puede representar un importante número de puestos de trabajo.</p> <p>Posible aprovechamiento del material compost en agricultura y jardinería.</p> <p>Recuperación de materiales aprovechables.</p>

4.8.2. MBT – tratamiento mecánico biológico aeróbico

El concepto de tratamiento mecánico-biológico consiste en el procesamiento mecánico parcial de los RSM mediante la remoción de ciertos componentes y el proceso biológico de las partes restantes, con el fin de que ocupen un menor volumen y sean más aptos para ser aprovechados en otras actividades

Tabla No. 171 análisis tratamiento mecánico biológico

Proceso	I. Ambiental	I. Económico	I. Social
Planta MBT aerobica	<p>Reducción alta de los residuos sólidos cerca del 60 % al relleno sanitario, siempre que aproveche el material estabilizado como compost mediante un proceso de refinado. El tratamiento es el mismo. No recomendable pues no proviene de recolección diferenciada y puede tener metales pesados.</p> <p>El compost obtenido es de alta calidad gracias a un pre tratamiento mecanizo para homogenización de la alimentación.</p> <p>Puede incorporar un pretratamiento y una selección para recuperar materiales aprovechables</p>	<p>Es una alternativa de inversión media-baja.</p> <p>El proceso deficitario en agua.</p> <p>Costos de inversión para una planta de tratamiento de 200.000 Ton/año de 20-30 millones US\$.</p> <p>Costos de explotación costosos (30 US\$/Ton)</p>	<p>Problemas de olores. (Importante tratamiento de aires).</p> <p>Utiliza técnicas naturales.</p> <p>La planta de selección puede representar un importante número de puestos de trabajo.</p> <p>Posible aprovechamiento del material compost en agricultura y jardinería.</p> <p>Recuperación de materiales aprovechables.</p>

V. Conclusiones

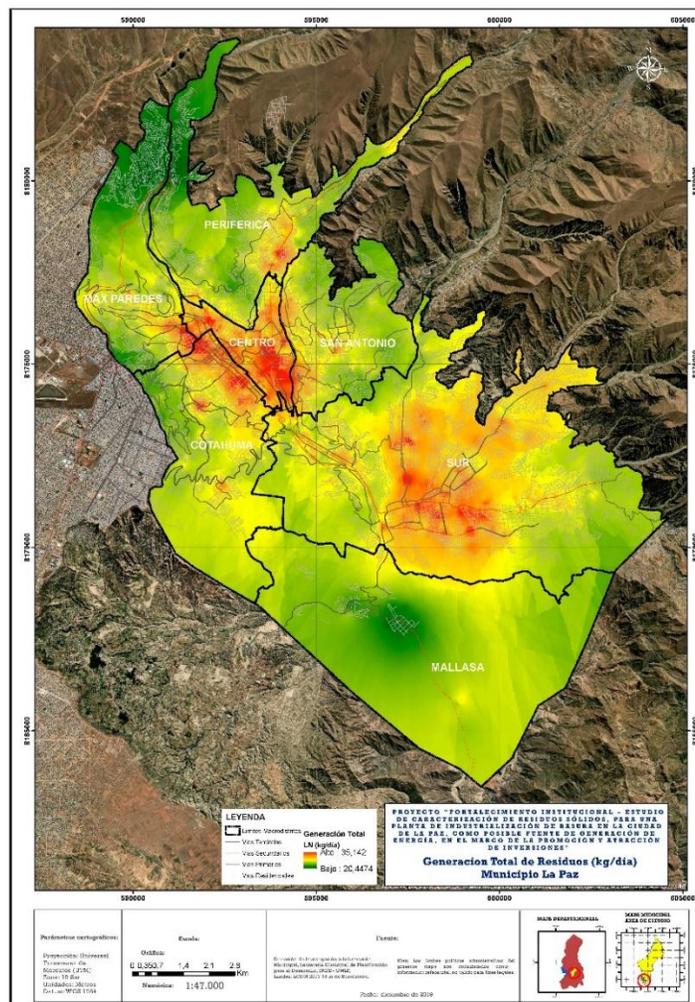
El análisis de los parámetros físicos de la generación de residuos sólidos en la ciudad de La Paz, nos permite concluir lo siguiente:

1. La generación per-cápita (PPCD) de residuos sólidos domiciliarios es de 0.584 Kg/hab/día, para el estrato alto es 0,604 kg/hab.dia, para el estrato medio 0,580 y para el estrato bajo 0,568 kg/hab/día.
2. La generación diaria de residuos sólidos domiciliarios es de 550,72 Ton/día. Anualmente se genera 201.171,5 toneladas de residuos sólidos domiciliarios.
3. La densidad de los residuos sólidos domiciliarios, que indica cuánto espacio ocupan estos residuos, para la ciudad de La Paz es de 173,87 kg/m³. La densidad de los residuos de estrato alto es de 175.29 kg/m³ , del estrato medio 175.68 kg/m³ y la del estrato bajo 170.64 kg/m³
4. La composición física de residuos de fuente domiciliaria tiene 65,19% de orgánicos, 5,70% de papel, 8,34% de plásticos, 1,07% de metales, 2,06% de vidrios, 0,07% de polilaminados, 1,75% de telas y textiles, 0,95% de especiales, 0,27 de peligrosos y 14,59% de Otros.
5. El potencial aprovechable de los residuos domiciliarios es de 49,39% considerando los orgánicos aprovechables, 11,16% de reciclables, 38,23% de no aprovechables, 0,95% de Especiales y 0,27% de Peligrosos.
6. La generación de residuos por puesto en los mercados es de 2,09 kg/puesto.día, una venta de jugos de 5,31kg/puesto.dia, venta de frutas 2,83 kg/puesto.dia, verduras 2,83 kg/puesto.dia entre los más importantes.
7. La Generación en un Supermercado es de 66,24kg/dia y en un micro mercado es de 0.98 kg/dia
8. En los expendios de comida tenemos un patio de comida con 81,51 kg/día, un restaurant con 20,71 kg/dia, una broasteria con 25,84 kg/dia, una pensión con 6,24 kg/dia.
9. En establecimientos de hospedaje, hoteles 40,29 kg/dia, alojamientos 1,86 kg/dia, hostales 4,29 kg/dia, residenciales 1,25 kg/dia.
10. La generación en instituciones privadas es 18,88 kg/dia (0,16 kg/funcionario.dia) y en instituciones públicas es 10,21 kg/dia (0,13 kg/funcionario.dia)
11. La generación unitaria en establecimientos educativos es 0,01232 kg/estudiante. Dia en universidades, 0,02309 kg/estudiante.dia en institutos y 0,0312 kg/alumno.dia en unidades educativas.
12. La generación en establecimientos de salud, el primer nivel genera 3.262 kg/dia, segundo nivel 2.956 kg/dia y tercer nivel 4.250 kg/dia. Una veterinaria 424,97 kg/dia, una farmacia 633,39 kg/dia entre los más importantes.
13. La generación unitaria en establecimientos de salud es 0,468 kg/paciente.dia en el tercer nivel, 0,533 kg/paciente.dia en el segundo nivel y 0,090 kg/paciente.dia en el primer nivel.
14. La generación de residuos asimilables a domiciliarios en industrias es 10,34 kg/dia (0,28 kg/trabajador.dia) en industrias grandes, 2,35 kg/dia en industrias medianas (0,26 kg/trabajador.dia) y 1,45 en industrias pequeñas (0,24 kg/trabajador.dia)
15. La densidad (peso volumétrico) en hospedajes es 104,48 kg/m³, en expendio de comida 281,19 kg/m³, en centros de consumo masivo 236,86 kg/m³, en industrias 75,08 kg/m³, instituciones 61,62 kg/m³ y establecimientos educativos 68,06 kg/m³. La densidad ponderada de las fuentes no domiciliarias es de 170,86 kg/m³.

16. La composición física ponderada de las fuentes no domiciliarias es 67,50% orgánicos, 13,77% papel, 9,62% plásticos, 0,83% metales, 1,20% vidrios, 0,05 polilaminados, 0,52% telas y textiles, 0,52% especiales, 1,33% peligrosos y 4,66% otros.
17. El potencial aprovechable de las fuentes no domiciliarias es 34,44% orgánicos, 15,61% reciclables, 48,11% no aprovechables, 0,52% especiales y 1,33% peligrosos.

RESULTADOS GENERALES

18. La generación total diaria es de 698,11 ton/día de residuos sólidos considerando las fuentes domiciliarias y no domiciliarias, donde porcentualmente la generación domiciliar es 78,89%, comerciales 11%, institucionales 4,07%, establecimiento de salud 1,95% e industriales 4,09%.
19. La generación per cápita municipal (PPC) es de 0,740 kg/hab.día
20. La cobertura en peso calculada del servicio de recolección de residuos sólidos en la ciudad de La Paz es de 92,67%
21. La concentración de población y de fuentes no domiciliarias se marcan de color rojo como áreas de mayor generación de residuos, así como las zonas comerciales que tiene la ciudad. En el siguiente mapa, vemos la zona central de la paz como un área de gran generación, las zonas comerciales de Max Paredes y Cotahuma y la zona central de la zona sur.



22. La densidad general ponderada para la ciudad de La Paz es de 173,54 kg/m³.
23. La composición física general de la ciudad ponderada es de 65,65% orgánicos, 7,29% papel, 8,59% plásticos, 1,03% metales, 1,89% vidrios, 0,07% polilaminados, 1,51% telas y textiles, 0,87% especiales, 0,47% peligrosos y 12,64% otros.
El potencial aprovechable es 46,45% orgánicos, 12,03% reciclables, 0,76% especiales, 40,18% no aprovechables y 0,58% peligrosos.
24. El poder calorífico superior 3.557,2 kcal/kg y el inferior 3.500,6 kcal/kg, la humedad ponderada de 61,10% y las cenizas del 7,40%
25. El resultado de realizar el análisis de alternativas para la valorización energética de residuos sólidos la captación de gas de relleno sanitario es la primera alternativa, el coprocesamiento como segunda alternativa y la incineración tipo parrilla y la biometanización como tercera alternativa.
26. Considerando que la captación de gas de relleno sanitario no requiere un tratamiento previo a su disposición final, sino más bien se capta el gas del relleno sanitario previamente construido, el proceso de coprocesamiento que consiste en un tratamiento previo para su valorización energética sería la primera alternativa de tratamiento y como segundos en prioridad estaría la incineración tipo parrilla y la biometanización de los residuos
27. Cuando se analiza la incineración tipo parrilla se contempla la valorización energética de los residuos mediante la generación de energía eléctrica.
28. También se concluye que otras alternativas serían el tratamiento mecánico biológico aeróbico y el relleno sanitario seco mediante el enfardado de la fracción resto.

VI. Recomendaciones

Conociendo el manejo actual de los residuos en la ciudad de La Paz nos permitimos realizar las siguientes recomendaciones.

I. RECOMENDACIONES GENERALES

1. Fortalecer la educación ciudadana para la separación en origen y a corto plazo desarrollar procesos de sensibilización con los grandes generadores, expendios de comida, hospedajes, mercados, condominios verticales.
2. Planificar el servicio de aseo urbano macrodistritalizado, que permita conocer el comportamiento de los diferentes servicios y segmentar la ciudad para implementar la recolección diferenciada de las diferentes fuentes generadoras
3. Implementar una planta de compostaje para grandes generadores, mercados, supermercados, expendios de comida
4. Categorizar los generadores de fuente no domiciliaria por cantidad de generación de residuos anual, sobre todo el rubro industrial para mejorar su disposición temporal de sus residuos.
5. Actualizar la tasa de aseo e indexarla a la unidad de fomento a la vivienda (UFV) definiendo categorías domiciliarias y para las fuentes no domiciliarias por tamaño de generador.
6. Implementar tratamiento primario de residuos en destino para recuperar mayor cantidad de residuos aprovechables.

II. SOBRE PROCESOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS CON VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

7. Se debe modificar las normas de electricidad, para que una entidad pueda generar energía eléctrica ya sea para autoconsumo y a su vez se le permita conectarse a la red nacional
8. Se debe gestionar incentivos para que las industrias usen los combustibles derivados de residuos en su matriz energética
9. Se debe gestionar el compromiso mediante normativa nacional de la compra de energía eléctrica de manera continua y a un precio fijo, para asegurar un buen flujo de caja al operador privado de la planta de valorización energética
10. Se debe gestionar a nivel local, en función a la tecnología a implementar, la capacitación de profesionales en la operación y mantenimiento de la planta de valorización energética priorizada
11. Se deben gestionar incentivos (impositivos, financieros y de mercado) para la implementación de una valorización energética, tanto para el sector privado como para el municipio.
12. Se recomienda gestionar que las tecnologías de tratamiento se encaren de manera conjunta con la ciudad de El Alto, y Viacha, siendo que son centros urbanos colindantes con significativa generación de residuos. Esta condición significa una gran oportunidad para canalizar financiamiento de manera mancomunada.

VII. BIBLIOGRAFIA

- BID. (2013). *GUIDEBOOK FOR THE APPLICATION OF WASTE TO ENERGY TECHNOLOGIES IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN*.
- CID, A. (2016). *ANALISIS TECNICO ECONOMICO DE PLANTAS DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE RESDIUOS SOLIDOS MUNICIPALES PARA SANTIAGO DE CHILE*. SANTIAGO DE CHILE.
- GALLARDO IZQUIERDO, A. (2019). *APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE RESDUOS SOLIDOS*. TECNOLOGICO COSTA RICA.
- GAM LA PAZ. (2015). *PLAN TERRITORIAL DESARROLLO INTEGRAL*. LA PAZ.
- GTZ. (2017). *Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos*.
- MMayA. (2019). *GUÍA PARA LA PREPARACIÓN DEL ESTUDIO DE DISEÑO TÉCNICO DE PREINVERSIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. LA PAZ.
- MORATORIO, D. (2012). *CONVERSION DE RESIDUO SOLIDOS URBANOS EN ENERGIA*.
- NB-743, I. (1996). *Determinacion de parametros de diseño sobre residuos solidos municipales*.
- SUAREZ, J. (2019). *ECONOMIA CIRCULAR E INNOVACION TECNOLOGICA EN RESIDUOS SOLIDOS*. CAF.
- UE. (2017). *SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME y COOLSWEEP*.

VIII. Anexos