

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**



**PROYECTO DE GRADO:**

**“PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE  
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS”**

Elaborado por:

**José Antonio Higuera Gudiño**

Docente de la materia:

**Arq. Álvaro Borda V.**

Modalidad de graduación Proyecto de Grado presentado a consideración de la  
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el  
Grado Académico de Licenciatura en **ARQUITECTURA Y URBANISMO**.

**Diciembre – 2014**

**TARIJA – BOLIVIA**

**Vº Bº**

---

**Msc. Ing. Ernesto Álvarez G.**

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA

---

**Msc. Lic. Silvana Paz R.**

VICEDECANA FACULTAD DE CIENCIAS  
Y TECNOLOGÍA

---

**Arq. Ilsen Mogro Arroyo**

DIRECTOR DPTO. DE ARQUITECTURA  
Y URBANISMO

---

**Arq. Álvaro Borda V.**

DOCENTE TUTOR

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

---

**Arq. Rossio Carmona R.**

TRIBUNAL

---

**Arq. Renato Fernández U.**

TRIBUNAL

---

**Arq. Walberto Ulloa B.**

TRIBUNAL

El tribunal calificador del presente trabajo no se responsabiliza por la forma, modo y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas únicamente responsabilidad del autor.

*“Arquitectura es cuestión de armonías, una pura creación del espíritu”.*

***Le Corbusier***

*"La originalidad consiste en el retorno al origen; así pues, original es aquello que vuelve a la simplicidad de las primeras soluciones."*

***Antoni Gaudí***

*“Mundo, naturaleza, arquitectura, vida y equilibrio.... la concepción más pura de un sueño en nuestras manos”*

***José Antonio Higuera Gudiño***

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis A. DIOS, a San Roque, patrono de Tarija y a la Virgen de Chaguaya, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis.

A mis padres Domingo Higuera y Edelmira Gudiño quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mis hermanos Ma. Del Carmen y Juan Manuel, a mis docentes y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubieran podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

***AGRADECIMIENTOS:***

**A DIOS:**

Por el don de la vida, por haber puesto en mi fe y sabiduría que me fortaleció día a día y me dio perseverancia para poder alcanzar este objetivo.

**A MI FAMILIA:**

Por todos los momentos de sacrificio, desvelos, angustias, por todo el amor y comprensión que me brindaron durante todos mis años de estudio y mi vida diaria, por los sabios consejos recibidos y el apoyo incondicional que lograron forjarme y brindarme un futuro pleno.

# ÍNDICE

## “PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS”

### METODOLOGÍA

INTRODUCCIÓN- .....	1 pag.
---------------------	--------

### UNIDAD I

1.1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	3 pag.
1.1.1. CONCEPTO DE MEDIO AMBIENTE.ORIGEN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL .....	3 pag.
1.1.2. CONCEPTO DE MEDIO AMBIENTE Y TEORÍA DE SISTEMAS .....	4 pag.
1.1.3. FACTORES NATURALES .....	5 pag.
1.1.5 DÍA MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE .....	7 pag.
1.1.6 ORIGEN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL .....	8 pag.
1.1.7 CONCEPTO MEDIO AMBIENTE URBANO .....	8 pag.
A) LA NATURALEZA EN LA CIUDAD .....	9 pag.
1.1.8 CALIDAD DE VIDA Y MEDIO AMBIENTE URBANO .....	10 pag.
1.2 MARCO HISTÓRICO .....	11 pag.
1.2.1 EL ORIGEN DE LAS CIUDADES: LA CIUDAD INDUSTRIAL (SIGLO XIX) .....	11 pag.
1.2.2 CALIDAD DE VIDA Y MEDIO AMBIENTE URBANO .....	13 pag.
1.3 ANÁLISIS AMBIENTAL INTERNACIONAL .....	14 pag.
1.3.1 LOS PAÍSES MÁS ECOLÓGICOS DEL MUNDO .....	14 pag.
1.3.2 LOS PAÍSES QUE MENOS CUIDAN SU MEDIO AMBIENTE.....	15 pag.
1.3.3 CAMBIO CLIMÁTICO - LOS PAÍSES QUE MÁS CONTAMINAN (PROYECCIÓN 2009 - 2030) .....	16 pag.
1.3.4 LOS 10 PAÍSES MÁS ECOLÓGICOS DEL MUNDO .....	18 pag.
1.4 ANÁLISIS AMBIENTAL NACIONAL .....	24 pag.
1.4.1 PROBLEMAS DE CALIDAD AMBIENTAL EN BOLIVIA .....	24 pag.
1.4.2 EL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL .....	25 pag.
1.4.3 EL SECTOR MINERO .....	26 pag.
A) LA MINERÍA MEDIANA.....	26 pag.
B) LA MINERÍA PEQUEÑA.....	27 pag.
C) MINERÍA TRADICIONAL.....	27 pag.
1.4.4 EL SECTOR INDUSTRIAL .....	27 pag.
1.4.5 LA INDUSTRIA ENERGÉTICA Y EL AMBIENTE .....	28 pag.
1.4.6 EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE PETRÓLEO Y GAS .....	28 pag.
1.4.7 LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y EL AMBIENTE .....	29 pag.
1.4.8 EMPRESAS METALÚRGICAS .....	29 pag.
1.4.9 EMPRESAS DEL SUBSECTOR MINERAL INDUSTRIAL: CEMENTO .....	29 pag.
1.4.10 CURTIEMBRES .....	30 pag.
1.4.11 RESIDUOS SÓLIDOS .....	30 pag.





1.4.12	CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA E HÍDRICA .....	31 pag.
1.4.13	SITUACIÓN DEL SANEAMIENTO BÁSICO .....	32 pag.
1.5	ANÁLISIS AMBIENTAL LOCAL .....	32 pag.
1.5.1	PISOS ECOLÓGICOS DE TARIJA .....	32 pag.
A)	MUNICIPIOS Y ZONAS GEOGRÁFICAS HOMOGÉNEAS.....	33 pag.
B)	HABITANTES - DEPARTAMENTO DE TARIJA.....	34 pag.
1.6	MARCO LEGAL INTERNACIONAL .....	36 pag.
1.6.1	CONFERENCIA DE ESTOCOLMO 1972 SOBRE EL ENTORNO HUMANO .....	36 pag.
1.6.2	CUMBRE DE RÍO .....	37 pag.
1.6.3	PROTOCOLO DE MONTREAL.....	38 pag.
1.6.4	LA CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN (CNULD).	39 pag.
1.6.5	CONVENCIÓN DE BASILEA .....	40 pag.
1.6.6	CARTA DE ATENAS .....	40 pag.
1.6.7	G77 O GRUPO DE LOS 77 .....	41 pag.
1.7	MARCO LEGAL NACIONAL .....	44 pag.
1.7.1	MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL, AGROPECUARIO Y MEDIO AMBIENTE.....	44 pag.
1.7.2	EL MARCO NORMATIVO .....	44 pag.
1.7.3	LEY DE MEDIO AMBIENTE (LEY 1333 DE 24 DE ABRIL DE 1992).....	46 pag.
1.8	MARCO ESTADÍSTICO INTERNACIONAL .....	50 pag.
1.8.1	COMPARACIÓN DE POLÍTICAS MEDIO AMBIENTALES A NIVEL MUNDIAL .....	50 pag.
1.8.2	SIEMPRE SE PUEDE SER MÁS VERDE .....	50 pag.
1.8.3	CÓMO LOGRARLO .....	51 pag.
1.8.4	EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN EN LA SALUD .....	51 pag.
1.9	MARCO ESTADÍSTICO NACIONAL .....	55 pag.
1.9.1	CONTAMINACIÓN AIRE .....	55 pag.
1.9.2	CONTAMINACIÓN SUELO .....	58 pag.
1.10	MARCO ESTADÍSTICO LOCAL.....	61 pag.
1.10.1	DATOS CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	61 pag.
1.10.2	DATOS DE CONTAMINACIÓN AIRE .....	62 pag.
1.10.3	DATOS CONTAMINACIÓN RUIDO.....	67 pag.
1.10.4	DATOS CONTAMINACIÓN SUELOS .....	69 pag.
1.10.5	“ESTUDIO SOBRE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN LA CIUDAD DE TARIJA” .....	71 pag.
1.10.6	CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN. ....	78 pag.

## UNIDAD II

2. MARCO TEÓRICO GENERAL .....	79 pag.
PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	79 pag.
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	80 pag.
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	80 pag.
2.3. HIPÓTESIS.....	81 pag.
2.4. PROPUESTA .....	81 pag.
2.5. JUSTIFICACIÓN.....	81 pag.



2.5.1. IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIARIOS.....	81 pag.
2.5.2 DATOS POBLACIÓN CIUDAD DE TARIJA.....	82 pag.
2.5.3 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE TARIJA.....	83 pag.
2.5.4 PORCENTAJE DE RESIDUOS POR SU CLASIFICACIÓN.....	84 pag.
2.5.5 PORCENTAJE DE RESIDUOS POR HABITANTE.....	89 pag.
2.5.6 RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS.....	90 pag.
2.5.7 PORCENTAJE DE RESIDUOS POR TIPOLOGÍA (2051).....	90 pag.
2.6 ESTUDIO DE DESTINO FINAL MATERIALES.....	91 pag.
2.6.1 MATERIALES ORGÁNICOS.....	91 pag.
2.6.2 POR QUÉ USAR ESTE TIPO DE ABONO.....	91 pag.
2.6.3 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN ABONOS ORGÁNICOS.....	92 pag.
2.6.4 REFORESTACIÓN.....	92 pag.
2.6.5 OBJETIVOS DE LA REFORESTACIÓN .....	92 pag.
2.7 MATERIALES INORGÁNICOS.....	93 pag.
2.8 ESTUDIO DE MATERIALES – BOLIVIA .....	95 pag.
2.8.1 USOS DESPUÉS DEL RECICLADO.....	95 pag.
2.9 CONCLUSIÓN.....	98 pag.
2.10 MARCO LEGAL.....	98 pag.
2.10.1 NIVEL NACIONAL.....	98 pag.
2.10.2 NIVEL DEPARTAMENTAL.....	98 pag.
2.10.3 GOBIERNOS MUNICIPALES.....	99 pag.
2.10.4 CONCLUSIÓN .....	101 pag.

### **UNIDAD III**

3. MARCO TEÓRICO ESPECÍFICO .....	102 pag.
3.1. ANTECEDENTES.....	102 pag.
3.1.1. ¿QUÉ ES UN RESIDUO SÓLIDO URBANO (RSU)?.....	102 pag.
3.1.2. COMPOSICIÓN DE LOS RSU.....	103 pag.
3.1.3. ¿DÓNDE SE GENERAN? .....	104 pag.
3.1.4. CLASIFICACIÓN POR ORIGEN.....	105 pag.
3.1.4. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE MANEJO.....	106 pag.
3.1.5. RESEÑA HISTÓRICA DE LOS RSU .....	106 pag.
3.2. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS .....	109 pag.
3.2.1. TIRADERO A CIELO ABIERTO.....	109 pag.
3.2.2. VERTEDERO.....	110 pag.
3.2.3. RELLENO SANITARIO.....	110 pag.
3.2.4. INCINERACIÓN.....	111 pag.
3.2.5. RECICLADO.....	112 pag.
3.2.6. COMPOSTAJE.....	112 pag.
3.3. ANÁLISIS DE LA TEMÁTICA.....	113 pag.
3.3.1. ¿QUÉ ES LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS?.....	113 pag.
3.3.2. ETAPAS DE LA GIRSU.....	113 pag.



A) GENERACIÓN.....	113 pag.
B) RECOLECCIÓN .....	114 pag.
C) TRATAMIENTO.....	114 pag.
D) DISPOSICIÓN FINAL.....	115 pag.
3.3.3. QUÉ ES EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	116 pag.
3.3.4. DEFINICIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	116 pag.
3.3.5. INCIDENCIAS DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	116 pag.
3.4. CONCLUSIÓN .....	116 pag.
3.5. OBJETIVOS.....	117 pag.
3.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	117 pag.
3.6 MISIÓN.....	117 pag.
3.7 VISIÓN.....	117 pag.
3.8 MODELOS REALES.....	118 pag.
3.8.1 MODELO INTERNACIONAL.....	118 pag.
3.8.1.1 FUNCIÓN .....	118 pag.
3.8.1.2 FORMA Y MORFOLOGÍA.....	126 pag.
3.8.1.3 URBANO.....	129 pag.
3.8.1.4 TECNOLOGÍA.....	130 pag.
3.8.1.5 IMPACTO AMBIENTAL.....	132 pag.
3.8.2 MODELO NACIONAL.....	134 pag.
3.8.2.1 FUNCIÓN.....	134 pag.
3.8.2.2 MORFOLOGÍA.....	136 pag.
3.8.2.3 TECNOLOGÍA.....	137 pag.
3.8.2.4 URBANO .....	138 pag.
3.8.2.5 IMPACTO AMBIENTAL .....	140 pag.
3.8.2.6 CONCLUSIÓN .....	142 pag.
3.8.3 MODELO LOCAL.....	143 pag.
3.8.3.1 FUNCIÓN .....	143 pag.
3.8.3.2 MORFOLOGÍA .....	145 pag.
3.8.3.3 TECNOLOGÍA .....	148 pag.
3.8.3.4 URBANOS .....	150 pag.
3.8.3.5 IMPACTO AMBIENTAL .....	152 pag.
3.9 CONCLUSIÓN.....	153 pag.

#### UNIDAD IV

4. ANÁLISIS URBANO.....	154 pag.
4.1 ESTUDIO URBANO.....	154 pag.
4.2. CONTEXTO FÍSICO ESPACIAL.....	156 pag.
4.2.1. RELIEVE.....	156 pag.
4.2.2. HIDROGRAFÍA.....	158 pag.
4.2.3. CLIMA.....	159 pag.



4.2.4. RECURSOS NATURALES.....	160 pag.
4.3. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO.....	163 pag.
4.3.1. NÚMERO DE PERSONAS.....	163 pag.
4.3.2. NÚMERO DE FAMILIAS Y PROMEDIO DE PERSONAS POR FAMILIA.....	164 pag.
4.3.3. TASA DE MORTALIDAD Y FECUNDIDAD.....	165 pag.
4.3.4. SERVICIOS BÁSICOS.....	165 pag.
4.4. CONTEXTO CULTURAL.....	179 pag.
4.4.1. EDUCACIÓN.....	179 pag.
4.4.2. SALUD .....	180 pag.
4.3.3. COMERCIAL.....	180 pag.
4.4.4. RECREACION Y DEPORTE .....	181 pag.
4.4.5. EDIFICACIONES .....	181 pag..
4.5. CONCLUSIONES .....	189 pag.

## UNIDAD V

5. ANÁLISIS DE SITIO.....	190 pag.
5.1 ELECCIÓN DEL SITIO.....	190 pag.
5.2. SELECCIÓN DEL TERRENO PARA (P.T.R.S.U.).....	190 pag.
5.2.1. FACTORES AMBIENTALES .....	191 pag.
5.2.2 FACTORES TÉCNICOS .....	192 pag.
5.2.3 FACTORES ECONÓMICOS .....	193 pag.
5.2.4 ACTORES SOCIALES .....	194 pag.
5.3. SELECCIÓN DE TERRENOS PARA LA P.T.R.S.U.....	195 pag.
5.4 DESCRIPCIÓN DEL TERRENO .....	202 pag.
5.4.1. UBICACIÓN EXACTA DEL TERRENO.....	202 pag.
5.4.2. EXTENSIÓN Y FORMA DEL TERRENO.....	203 pag.
5.4.3 TIPOS DE SUELO .....	203 pag.
5.4.4. CLIMA.....	203 pag.
5.4.5. TOPOGRAFÍA.....	204 pag.
5.4.6. VEGETACIÓN.....	204 pag.
5.4.7. USO DE SUELO.....	204 pag.
5.4.8. COMPOSICIÓN DEL SUELO.....	205 pag.
5.4.9. VISTAS.....	205 pag.
5.4.10. GENIUS LOGI.....	206 pag.
5.4.11. CONCLUSIÓN .....	208 pag.
5.5. PROPUESTA URBANA.....	208 pag.
5.5.1. PLAN DE FACTIBILIDAD DE TERRENOS.....	216 pag.
5.6. CONCLUSIÓN.....	216 pag.



## UNIDAD VI

6. ANÁLISIS DE INDUMENTARIA ESENCIAL Y PROGRAMACIÓN DE ÁREAS .....	217 pag.
6.1 DOTACIÓN DE ROPA INDUSTRIAL.....	217 pag.
6.2. DEFINICIÓN DE ÁREAS.....	221 pag.
6.3. PROGRAMA DE NECESIDADES .....	222 pag.
6.4. ANÁLISIS CUALITATIVO.....	225 pag.
6.5 PROGRAMA CUANTITATIVO.....	231 pag.
6.6. ORGANIGRAMAS FUNCIONALES .....	240 pag.
6.7. ANTROPOMETRÍA Y ERGONOMETRÍA.....	244 pag.
6.7.1. ANTROPOMETRÍAS .....	244 pag.
6.7.2. ERGONOMETRÍA .....	248 pag.
6.8. CONCLUSIONES .....	262 pag.

## UNIDAD VII

7.1. PREMISAS MORFOLÓGICAS .....	263 pag.
GENERACIÓN DE LA FORMA.....	263 pag.
7.2. PREMISAS FUNCIONALES .....	266 pag.
7.2.1. ESTRUCTURACIÓN.....	266 pag.
7.2.2. ESQUEMA FUNCIONAL.....	268 pag.
7.3. PREMISAS TECNOLÓGICAS .....	269 pag.
7.3.1. PREMISAS ESTRUCTURALES .....	269 pag.
7.3.2. PREMISAS BIOCLIMÁTICAS .....	277 pag.
7.4. PREMISAS PAISAJÍSTICAS .....	283 pag.
7.4.1. ACTIVIDADES A REALIZAR.....	283 pag.
7.4.2. FICHAS DE VEGETACIÓN A UTILIZAR.....	289 pag.
7.5 CONCLUSIÓN .....	299 pag.

## UNIDAD VIII

8. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	300 pag.
TEMA: "PLANTA RECICLADORA DE RESIDUOS URBANOS".....	300 pag.
8.1 ANTECEDENTES.....	300 pag.
8.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	300 pag.
8.2.1 LOCALIZACIÓN .....	300 pag.
8.2.2 SUPERFICIE DEL TERRENO .....	300 pag.
8.3 ACCESO.....	301 pag.
8.4. ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO .....	301 pag.
8.5 DESCRIPCIÓN .....	304 pag.
8.5.1 BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	304 pag.
8.5.2 "APORTE COMO PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS".....	305 pag.
8.5.3 "APORTE COMO CENTRO EDUCATIVO".....	305 pag.
8.6 POLÍTICAS .....	305 pag.
8.7 RESIDUOS A RECICLAR.....	308 pag.



8.7.1 .EL PAPEL .....	308 pag.
8.7.2 EL VIDRIO.....	309 pag.
8.7.3 EL ACERO.....	310 pag.
8.7.4 EL PLÁSTICO.....	310 pag.
8.7.5 RESIDUO ELECTRÓNICO.....	311 pag.
8.8. COMPOSTAJE.....	312 pag.
8.8.1. COMPOST.....	312 pag.
8.8.2. FACTORES QUE AFECTAN AL COMPOSTAJE.....	313 pag.
8.8.3. PARÁMETROS.....	315 pag.
8.8.4. PILA DINÁMICA O PILA CON VOLTEO.....	315 pag.
8.8.5 PILA ESTÁTICA AIREADA .....	316 pag.
8.8.6. COMPOSTAJE EN SILOS.....	316 pag.
8.8.7 COMPOSTAJE EN SUPERFICIE.....	316 pag.
8.8.8 MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN COMPOSTAJE.....	316 pag.
8.8.9. RESIDUOS ADECUADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL COMPOST .....	317 pag.
8.8.10 PASOS A SEGUIR.....	319 pag.
8.8.11. MICROBIOLOGÍA DEL PROCESO.....	321 pag.
8.8.12. BACTERIAS.....	321 pag.
8.8.13. ACTINOMICETOS.....	321 pag.
8.8.14. HONGOS.....	322 pag.
8.8.15 PROTOZOOS.....	322 pag.
8.8.16. ROTÍFEROS.....	323 pag.
8.8.17. PRODUCTO FINAL.....	323 pag.
8.8.18. LOS DESECHOS QUE A CONTINUACIÓN SE DETALLAN PUEDEN TARDAR LO SIGUIENTE EN BIODEGRADARSE.....	324 pag.
<b>PRESUPUESTO – CÓMPUTOS GENERAL .....</b>	<b>325 pag.</b>
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....</b>	
<b>PLANOS ARQUITECTÓNICOS .....</b>	
<b>ANEXOS.....</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	

