



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
CARRERA ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE ARQUITECTO E INGENIERO CIVIL.**

**TEMA:**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO UBICADO EN EL  
MUNICIPIO DE CATARINA, DEPARTAMENTO DE MASAYA, CON UNA VIDA  
ÚTIL DE 8 AÑOS.**

Autores:

Br. Kristel Guisselle Hernández Obando

Br. Miguel Ángel Cerda Espinoza

Br. Omar Ismael Pérez García

Br. Orlando José Mejía García

Tutores:

Msc. Arq. Indira Urbina Campos

Ing. Oswaldo Balmaceda

Managua, 18 de diciembre de 2020

## **DEDICATORIA**

A mis abuelos, **Brigido Obando** † (q.e.p.d.) y **Carmen Álvarez**.

A mis padres, **Roger Hernández Carballo** y **Ruth Obando Álvarez**.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres: **Roger Hernández Carballo** y **Ruth del Carmen Obando Álvarez**, por apoyarme en cada meta, sueño y objetivo planteado, por ser mi fuerza y alentarme a seguir cuando pensaba que no podría más, por aconsejarme en culminar mis estudios y enseñarme el valor del trabajo digno. Hoy, sin dudar, aplauden uno de tantos triunfos logrados de su amada hija.

A mis tíos: **María Zayda Obando Gutiérrez** y **José Mercedes González Urbina**, por siempre quererme y apoyarme como mis segundos padres, por sus enseñanzas y paciencia.

A mi tía: **Hazzel Sbetiana Obando Álvarez**, por ser mi inspiración de lograr varias metas con esfuerzo y dedicación, por enseñarme, que en la vida todo se logra si te lo propones.

A mi familia, **Obando** por siempre tenerme presente y apoyarme.

A mi mejor amiga: **Christy Gabriela Doña Delgado**, por ser incondicional para mí y motivarme a seguir a pesar de las adversidades.

A mi tutor (a): **Msc. Arq. Indira Urbina Campos**, por su apoyo, paciencia y orientación que me brindó para la realización de este proyecto de graduación, por sus enseñanzas a lo largo de la carrera y principalmente, no rendirme en ninguna situación.

A mi tutor: **Msc. Ing. Oswaldo Balmaceda**, por su apoyo y orientación que brindó desde el inicio de este proyecto.

A mi compañero: **Miguel Ángel Cerda Espinoza**, por confiar en mí para colaborar en el desarrollo de este proyecto de graduación.

**Kristel Guisselle Hernández Obando**

## **DEDICATORIA**

A Dios.

A mi madre *Mercedes Lorena Espinoza*

A mi padre *Gilberto Antonio Cerda*.

A mis hermanos, mis tías *Sandra, Sofía, Luisa* y a mi mamita *Sofía Espinoza*.

A mis tutores *Msc. Arq. Indira Urbina Campos* y *Msc. Ing. Oswaldo Balmaceda*.

A *Lesbia Carolina Contreras Ruiz*.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco primeramente a Dios por brindarme la vida, la salud y la sabiduría para poder cumplir unas de las metas propuesta en mi vida.

Le agradezco a mis Padres *Mercedes Lorena Espinoza* y *Gilberto Antonio Cerda*, por brindarme su apoyo económico e incondicional durante todo el transcurso de mi formación académica.

Le Agradezco a mis hermanos, a mis tías y a mi mamita, por ser también partes de los pilares base para culminar la carrera.

Le agradezco a mi compañero *Moisés Isaías Pérez Pérez* por brindarme su apoyo en todo el transcurso de la carrera.

Le agradezco a mi compañera *Kristel G. Hernández Obando*, por haber formado parte de su equipo de trabajo durante a la carrera.

Le agradezco a mis tutores *Msc. Arq. Indira Urbina Campos* y *Msc. Ing. Oswaldo Balmaceda* por compartir sus conocimientos y guiarme en todo el proceso del presente trabajo.

Le agradezco a *Lesbia Carolina Contreras Ruiz* por ser una persona muy especial, por sus motivaciones y su confianza al creer que cumpliría esta etapa de mi vida.

*Miguel Ángel Cerda Espinoza*

## **DEDICATORIA**

A mis padres *Luis Pérez y Zoila García*

A mi hija *Maely Pérez*.

## **AGRADECIMIENTOS**

Ante todo, a *Dios* por guiarme y permitirme superar cada dificultad hasta llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mis padres *Luis Pérez y Zoila García* por toda la formación que recibí de ellos desde mi niñez, por su esfuerzo y su apoyo tanto económico como emocional en los momentos más difíciles de este recorrido

A mis hermanos **Mayrelis, Engels y Jorge** a mis primos y tías que son parte importante en mi vida y de alguna manera me ayudaron a seguir adelante.

A *Mery Flores* por ser mi “ayuda idónea” por creer en mí y luchar a mi lado en todos los obstáculos que se nos presentaron.

A mis tutores *Msc. Ing. Oswaldo Balmaceda y Msc. Arq. Indira Urbina Campos* por todo el conocimiento compartido y por apoyarnos de principio a fin en todo este proceso.

A mis compañeros, con los que forme equipo para desarrollar el proyecto de graduación.

A mis compañeros de la carrera *Ever Aragón, Enmanuel Centeno, Hannibal Guevara, Jilvert Hernández, Orlando Mejía y Rudy Videá* por todo lo que compartimos como becados internos en el transcurso de la carrera.

*Omar Ismael Pérez García*

## **DEDICATORIA**

A mi madre **Salome García Granados y Orlando Mejía.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, darle gracias a **Dios**, por haberme permitido llegar al final de mi carrera universitaria por resguardarme en todo este transcurso de tiempo, por brindarme sabiduría y estar siempre de pie en momentos difíciles.

A mi madre **Salome García**, que estuvo apoyándome desde el primer día de mi carrera, dándome ánimos de seguir adelante y de superarme; por su gran amor y cariño brindado, por acompañarme en momentos difíciles, en mostrarme que todo esfuerzo tiene su recompensa y gracias a ella estoy donde estoy, gracias madre.

A mi padre **Orlando Mejía** por su aprecio y apoyo incondicional, por mostrarme que nunca me diera por vencido, y a mi hermana **María José Mejía** por brindarme su amor y ánimos de seguir adelante y a mi Abuelita **Sonia Gómez** por su cariño y aprecio.

A mi tutor **Msc. Ing. Oswaldo Balmaceda** por su apoyo desde un principio de este proyecto, por brindarme parte de sus conocimientos, y así poder concluir todo este proceso, por ser una persona muy paciente y generosa, un profesor muy admirable de seguir.

A mi tutora **Msc. Arq. Indira Campos**, por su apoyo desde un principio del proyecto, por su generalidad de brindar sus conocimientos para dar una finalización a todo este proceso.

A los representantes del departamento de becas de la universidad, que siempre me dieron su apoyo desde un inicio de mi carrera cuando más lo necesite, al **Lic. Vicente Pérez**, **Lic. Gerardo Mendoza**, **Lic. Nelson Coronado**, también tanto a profesores que estuvieron apoyándome en el transcurso, y estar bien agradecido como lo fue el **Ing. Sergio Ramírez**.

y por último a grandes personas que fueron parte de mi formación profesional, que han venido transcurriendo el camino desde un principio conmigo, como lo fue: **Hannibal Guevara**, **Jilverth Hernández**, **Omar Pérez**, **Lesther Umanzor**, **Evert Aragón** y **Rommel López**

**Orlando José Mejía García**

## **CARTA AVAL DEL TUTOR**

## RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto a llevar a cabo tiene por nombre Diseño del Relleno Sanitario del Municipio de Catarina, ubicada en el departamento de Masaya, Nicaragua, el cual contará con un área total de 19,947.28 m<sup>2</sup>, en los que se distribuirán zonas destinada al manejo de los desechos sólidos generados en el municipio y una vida útil de 8 años.

El proyecto surge debido a que el vertedero actual del municipio ya ha cumplido con su vida útil, por lo que es de vital importancia para la municipalidad el diseño de un nuevo vertedero que cumpla con las características idóneas para realizar un adecuado manejo de los desechos sólidos y así contribuir a mejorar las condiciones higiénico- sanitarias de la población y del medio ambiente.

La producción per cápita es la cantidad de residuos sólidos que genera cada uno de los habitantes por día. Del estudio del plan de manejo de residuos sólidos del municipio de Catarina elaborado en el año 2019 por docentes del departamento, se obtuvieron los datos de producción per cápita de los sectores urbanos, mirador, hoteles, restaurantes y clínicos.

La construcción del relleno sanitario en el municipio de Catarina, Masaya está orientado hacia la población catarinense, centros de salud, entidades públicas y privadas. También serán beneficiarios directos, los estudiantes e investigadores, al tratarse en este proyecto de incrementar la capacitación de investigadores en este sector, como son el intercambio, movilidad y formación conjunta en el espacio de cooperación.

Se realizó un análisis de sitio para determinar si el sitio era apto para el desarrollo del proyecto. Aplicando la NTON NTON-05013\_14\_02 se valoró las condiciones de sitio y sirvió de base para las medidas para mitigar impactos ambientales durante la fase de diseño y construcción. También se realizó un análisis al terreno para desarrollo del diseño arquitectónico, vial, estructural e hidrosanitario.

## ÍNDICE

CUERPO DEL TRABAJO .....	1
1.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	1
1.1.1. Nombre y descripción del proyecto.....	1
1.1.2. Objetivos del proyecto.....	2
1.1.2.1. Objetivo general .....	2
1.1.2.2. Objetivos específicos .....	2
1.1.3. Justificación del proyecto .....	3
1.1.4. Tamaño del proyecto .....	3
1.1.5. Macro localización .....	4
1.1.6. Micro localización .....	5
1.1.7. Articulación entre planes, programas y proyectos. ....	6
1.1.8. El proyecto en el marco de las políticas estratégicas y desarrollo humano del país. 7	7
1.1.9. Grupo meta y beneficiarios .....	7
1.1.10. Ciclo de vida del proyecto .....	8
1.1.11. Resultados esperados .....	8
1.1.12. Matriz para la etapa del diseño. ....	9
1.2. ESTUDIOS TÉCNICOS.....	11
1.2.1. ESTUDIO AMBIENTAL. ....	11
1.2.1.1. Selección de sitio.....	11
1.2.1.2. Análisis de sitio.....	14
1.2.1.3. Producción per cápita.....	15
1.2.1.4. Descripción de posibles impactos ambientales y propuesta de obras de mitigación.21	
1.2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	23

1.2.2.1.	Confección de planos .....	24
1.2.3.	ESTUDIO ARQUITECTÓNICO.....	26
1.2.3.1.	Marco Legal .....	26
1.2.3.2.	Modelos Análogos .....	38
1.2.3.2.1.	Modelo Nacional: Planta recicladora “Acahualinca” .....	38
1.2.3.2.1.1.	Análisis funcional.....	45
1.2.3.2.1.2.	Análisis formal .....	47
1.2.3.2.1.3.	Análisis estructural.....	51
1.2.3.2.2.	Modelo internacional relleno sanitario “ANTANA” .....	58
1.2.3.2.2.1.	Análisis Funcional.....	59
1.2.3.2.2.2.	Análisis formal .....	61
1.2.3.2.2.3.	Análisis estructural.....	64
1.2.3.3.	Aspectos a retomar de los modelos análogos.....	68
1.2.3.4.	Programa arquitectónico .....	69
1.2.3.5.	Análisis funcional del Relleno Sanitario del Municipio de Catarina .....	82
1.2.3.5.1.	Diagrama de funcionamiento, interrelaciones y zonificaciones .....	82
1.2.3.6.	Análisis conceptual del relleno sanitario del Municipio de Catarina.....	91
1.2.3.6.1.	Concepto generador .....	91
1.2.3.6.2.	Estilo arquitectónico.....	94
1.2.3.6.3.	Propuesta cromática. ....	95
1.2.3.7.	Propuesta arquitectónica .....	96
1.2.4.	ANÁLISIS CONSTRUCTIVO – ESTRUCTURAL. ....	108
1.2.4.1.	Sistema constructivo. ....	108
1.2.4.2.	Materiales y equipos a utilizar. ....	108
1.2.4.3.	Proveedores de materiales y equipos a utilizar. ....	109
1.2.5.	ESTUDIO VIAL .....	109
1.2.5.1.	Criterio para el diseño de obra de infraestructura vial. ....	109
1.2.5.2.	Alineamiento horizontal.....	115

1.2.5.2.1.	Alineamiento: Eje_1_acceso_principal.....	115
1.2.5.2.2.	Alineamiento: Eje_2_acceso_principal.....	116
1.2.5.2.3.	Alineamiento: Acceso_natural_eje_1 .....	117
1.2.5.3.	Alineamiento vertical .....	117
1.2.6.	ESTUDIO ESTRUCTURAL .....	119
1.2.6.1.	Criterios para desarrollo de cálculos.....	119
1.2.6.1.1.	Para Columnas. ....	119
1.2.6.1.2.	Para Vigas. ....	131
1.2.7.	ESTUDIO SANITARIO. ....	140
1.2.7.1.	Descripción del sistema.....	140
1.2.7.2.	Normativas de diseño.....	142
1.2.7.3.	Criterios de diseño utilizados.....	142
1.2.7.3.1.	Red de distribución de agua potable. ....	142
1.2.7.3.2.	Red de drenaje.....	150
1.2.7.3.3.	Diseño pluvial .....	159
1.2.7.3.4.	Drenaje para líquidos lixiviados.....	172
1.3.	Conclusiones.....	185
1.4.	Recomendaciones. ....	186
2.	MATERIAL COMPLEMENTARIO.....	187
2.1.	BIBLIOGRAFÍA .....	187
2.2.	ANEXOS.....	189

## Índice de figuras

Figura 1. Macro localización. (2020). Fuente: Propia .....	4
Figura 2.. Micro localización. (2020). Fuente: Propia .....	5
Figura 3. Macro localización. (2020). Fuente: Propia. ....	38
Figura 4. Micro localización. (2020). Fuente: Propia. ....	39
Figura 5. Áreas de intervención en el proyecto. (2013). Fuente: <a href="https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf">https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf</a> .....	39
Figura 6. Zonificación. (2017). Fuente: <a href="https://confidencial.com.ni/la-vida-despues-la-chureca/">https://confidencial.com.ni/la-vida-despues-la-chureca/</a> .....	40
Figura 7. Vista 4 del vaso regularizado y sellado en fase de revegetación – Vista parcial del vertedero sellado y planta en construcción – Vista aérea de la actuación. (2013). Fuente: <a href="https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Ve">https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Ve</a> .....	41
Figura 8. Área de intervención. (2013) Fuente: <a href="https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf">https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf</a> .....	42
Figura 9. Vistas de la urbanización "Villa Guadalupe". (2013). Fuente: <a href="https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf">https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf</a> .....	43
Figura 10. Centro de salud Manna Project International. (2019). Fuente: <a href="https://www.thirdwell.org/austin-samaritans-may-2019.html">https://www.thirdwell.org/austin-samaritans-may-2019.html</a> .....	44
Figura 11. Accesos del proyecto de desarrollo integral del barrio Acahualinca. (2020). Fuente: Propia .....	45
Figura 12. Acceso principal a la Chureca. (2017). Fuente: <a href="https://confidencial.com.ni/la-vida-despues-la-chureca/">https://confidencial.com.ni/la-vida-despues-la-chureca/</a> .....	46
Figura 13. Comunicación de ambientes en planta recicladora. (2020). Fuente: Propia. ....	46
Figura 14. Criterios compositivos planta recicladora. (2020). Fuente: Propia.....	47
Figura 15. Recepción y carga, pretratamiento y triaje del subproducto. (2013). Fuente: <a href="https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pd">https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pd</a> .....	47
Figura 16. Composición arquitectónica de área administrativa. (2020). Fuente. Propia .....	48
Figura 17. Composición arquitectónica de caseta de control. (2020). Fuente. Propia .....	48
Figura 18. Criterios compositivos. (2020). Fuente: Propia .....	49
Figura 19. Escala Histórica. (2010). Fuente: <a href="https://www.laprensa.com.ni/2010/05/03/nacionales/23466-suspenden-licitacion-de-obras-en-la-chureca">https://www.laprensa.com.ni/2010/05/03/nacionales/23466-suspenden-licitacion-de-obras-en-la-chureca</a> .....	49
Figura 20. Escala física. (2020). Fuente: Propia.....	50
Figura 21. Luminaria pública. (2014). Fuente: <a href="https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf">https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf</a> .....	57
Figura 22. Conjunto del relleno sanitario ANTANAS. (2013). Fuente: <a href="http://reciduosdepasto.blogspot.com/2013/09/blog-post.html">http://reciduosdepasto.blogspot.com/2013/09/blog-post.html</a> .....	58
Figura 23. Macro y Micro localización. (2020). Fuente: Propia .....	59
Figura 24. Zonificación del relleno sanitario ANTANAS. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística .....	59
Figura 25. Accesos. (2020). Fuente: Propia .....	60
Figura 26. Circulación interna. (2020). Fuente: Propia.....	61
Figura 27. Vista a Administración (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística.....	62
Figura 28. Vista a caceta de báscula. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística.....	62
Figura 29. Vista a zona N° 2. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística.....	62
Figura 30. Vista a Vivero. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística ....	63

Figura 31. Vista a caceta de bamba y Reactor UASB. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística. ....	63
Figura 32. Diagrama de funcionamiento de conjunto. (2020). Fuente: Propia. ....	82
Figura 33. Diagrama de interrelación conjunto. (2020). Fuente: Propia. ....	83
Figura 34. Zonificación de conjunto. (2020). Fuente: Propia. ....	83
Figura 35. Zonificación de oficina de seguridad, pesaje y bodega. (2020). Fuente: Propia. ....	84
Figura 36. Diagrama de interrelaciones de oficina de seguridad, pesaje y bodega. (2020). Fuente: Propia. ....	84
Figura 37. Diagrama de funcionamiento de Oficina de seguridad, pesaje y bodega. (2020). Fuente: Propia. ....	84
Figura 38. Diagrama de funcionamiento de área administrativa. (2020). Fuente: Propia. ....	85
Figura 39. Zonificación área administrativa. (2020). Fuente: Propia. ....	85
Figura 40. Diagrama de interrelaciones área administrativa. (2020). Fuente: Propia. ....	85
Figura 41. Zonificación de incinerador. (2020). Fuente: Propia. ....	86
Figura 42. Diagrama de interrelaciones incinerador. (2020). Fuente: Propia. ....	86
Figura 43. Diagrama de funcionamiento de incinerador. (2020). Fuente: Propia. ....	86
Figura 44. Diagrama de funcionamiento área de clasificación. (2020). Fuente: Propia. ....	87
Figura 45. Zonificación área de clasificación. (2020). Fuente: Propia. ....	87
Figura 46. Diagrama de interrelación área de clasificación. (2020). Fuente: Propia. ....	87
Figura 47. Diagrama de funcionamiento área de saneamiento. (2020). Fuente: Propia. ....	88
Figura 48. Zonificación área de saneamiento. (2020). Fuente: Propia. ....	88
Figura 49. Diagrama de interrelaciones área de saneamiento. (2020). Fuente: Propia. ....	88
Figura 50. Diagrama de funcionamiento Bodega. (2020). Fuente: Propia. ....	89
Figura 51. Diagrama de interrelación Bodega y Lombri humus 1 y 2. (2020). Fuente: Propia. ....	89
Figura 52. Diagrama de funcionamiento Lombri humus 2. (2020). Fuente: Propia. ....	89
Figura 53. Diagrama de funcionamiento Lombri humus 1. (2020). Fuente: Propia. ....	89
Figura 54. Zonificación bodega. (2020). Fuente: Propia. ....	90
Figura 55. Zonificación Lombri humus 1. (2020). Fuente: Propia. ....	90
Figura 56. Zonificación Lombri humus 2. (2020). Fuente: Propia. ....	91
Figura 57. Vivero en Catarina. (2020). Fuente: Propia. ....	92
Figura 58. Punto de venta en Catarina. (2020). Fuente: Propia. ....	92
Figura 59. Vivero en Catarina. (2020). Fuente: Propia. ....	93
Figura 60. Paleta de colores Lanco. Fuente: LANCO. ....	95
Figura 61. Vista aérea de propuesta de relleno sanitario en Catarina. 2020. Fuente: Propia. ....	96
Figura 62. Vista aérea de propuesta de relleno sanitario en Catarina. 2020. Fuente: Propia. ....	97
Figura 63. Área de trincheras de propuesta de relleno sanitario. 2020. Fuente: Propia. ....	97
Figura 64. Área verde diseñada de propuesta de relleno sanitario en Catarina. 2020. Fuente: Propia. ....	98
Figura 65. Arcos de giros exteriores e interiores. (2009) Fuente: AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATIONS OFFICIALS. (AASHTO), ....	111
Figura 66. Sección transversal típica de construcción. (020). Fuente: Propia. ....	113
Figura 67. Representación esquemática de movimiento de tierra. (2020). Fuente Propia. ....	114
Figura 68. Representación de cálculo de área tributaria para losas rectangulares. (2020). Fuente: Análisis y distribución de cargas en losas de hormigón armado, Isaac Salazar. ....	119
Figura 69. Representación de cálculo de área tributaria para losas cuadradas. (2020). Fuente: Análisis y distribución de cargas en losas de hormigón armado, Isaac Salazar. ....	120
Figura 70. Dimensionamiento del canal provisional del relleno sanitario, Catarina. Extraído de Hcanales versión 3.0. (2020). Fuente: Propia. ....	171
Figura 71. Guachipilín. (2018). Fuente: <a href="https://organic-nat.blogspot.com/2013/09/guachipilin.html">https://organic-nat.blogspot.com/2013/09/guachipilin.html</a> . ....	189
Figura 72. Madero. (2019). Fuente: <a href="http://bsf.catie.ac.cr/listing/madero-negro-gliciridia-sepium-65252027.html">http://bsf.catie.ac.cr/listing/madero-negro-gliciridia-sepium-65252027.html</a> . ....	189
Figura 73. Cortez amarillo. (2018). Fuente: <a href="https://historico.elsalvador.com/historico/160994/proteja-el-ambiente-con-flores-y-follaje.html">https://historico.elsalvador.com/historico/160994/proteja-el-ambiente-con-flores-y-follaje.html</a> . ....	190

Figura 74. Cortez amarillo. (2018). Fuente: <a href="https://historico.elsalvador.com/historico/160994/proteja-el-ambiente-con-flores-y-follaje.html">https://historico.elsalvador.com/historico/160994/proteja-el-ambiente-con-flores-y-follaje.html</a> .....	190
Figura 75. Grama maní forrajero. (2018). Fuente: <a href="https://docplayer.es/97589886-Republica-bolivariana-de-venezuela-universidad-rafael-urdaneta-facultad-de-ingenieria-escuela-de-arquitectura.html">https://docplayer.es/97589886-Republica-bolivariana-de-venezuela-universidad-rafael-urdaneta-facultad-de-ingenieria-escuela-de-arquitectura.html</a> .....	190
Figura 76. Bambú chino. (2020). Fuente: <a href="https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/g21147964/bambu-de-la-suerte-planta/">https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/g21147964/bambu-de-la-suerte-planta/</a> Figura 77. Grama maní forrajero. (2018). Fuente: <a href="https://docplayer.es/97589886-Republica-bolivariana-de-venezuela-universidad-rafael-urdaneta-facultad-de-ingenieria-escuela-de-arquitectura.html">https://docplayer.es/97589886-Republica-bolivariana-de-venezuela-universidad-rafael-urdaneta-facultad-de-ingenieria-escuela-de-arquitectura.html</a> .....	190
Figura 78. Bambú chino. (2020). Fuente: <a href="https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/g21147964/bambu-de-la-suerte-planta//">https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/g21147964/bambu-de-la-suerte-planta//</a> .....	190
Figura 79. Helecho rizado. (2020). Fuente: <a href="https://www.pinterest.es/pin/359513982755244479/">https://www.pinterest.es/pin/359513982755244479/</a> .....	190
Figura 80. Ciprés. (2014). Fuente: <a href="https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/">https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/</a> Figura 81. Helecho rizado. (2020). Fuente: <a href="https://www.pinterest.es/pin/359513982755244479/">https://www.pinterest.es/pin/359513982755244479/</a> .....	190
Figura 82. Ciprés. (2014). Fuente: <a href="https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/">https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/</a> .....	190
Figura 83. <i>Ixora coccinea</i> (2020). fuente: <a href="https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html">https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html</a> Figura 84. Ciprés. (2014). Fuente: <a href="https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/">https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/</a> .....	190
Figura 85. <i>Ixora coccinea</i> (2020). fuente: <a href="https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html">https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html</a> .....	190
Figura 86. <i>Ixora coccinea</i> (2020). fuente: <a href="https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html">https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html</a> .....	190

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1. Articulación entre planos, programas y proyectos. (2020). Fuente: Propia. ....	6
Gráfico 2. Gráfico para cálculo de pérdidas en tuberías en función de la longitud. (2009) Fuente: National Standard Plumbing Code. ....	149
Gráfico 3. Curva IDF para un Tr de 50 años. (2020) Fuente: Propia. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Matriz para la etapa de diseño. (2020). Fuente: Propia</i>	10
<i>Tabla 2. Matriz para la etapa de diseño. (2020). Fuente: Propia</i>	10
<i>Tabla 3. Selección de sitio apegadas a normativas NTON 05 014-02. (2020). Fuente: Propia</i>	13
<i>Tabla 4. Resultado del muestreo de Residuos Sólidos de la Zona Urbana. (2019). Fuente: Plan de manejo de los residuos sólidos del Municipio de Catarina-Masaya.</i>	15
<i>Tabla 5. Resultado del muestreo de Residuos Sólidos de Mirador de Catarina. (2019). Fuente: Plan de manejo de los residuos sólidos del Municipio de Catarina-Masaya.</i>	16
<i>Tabla 6. Resultado del muestreo de Residuos Sólidos de hoteles y restaurantes. (2019). Fuente: Plan de manejo de los residuos sólidos del Municipio de Catarina-Masaya.</i>	17
<i>Tabla 7. Proyección de la generación de los residuos sólidos del municipio. (2019). Fuente: Propia</i>	19
<i>Tabla 8 Proyección de generación de residuos del municipio en M3. (2019.) Fuente: Propia</i>	20
<i>Tabla 9. Descripción de posibles impactos ambientales y propuesta de obras de mitigación. (2020). Fuente: Propia</i>	22
<i>Tabla 10. Análisis estructural de planta recicladora. (2020). Fuente: Propia</i>	52
<i>Tabla 11. Análisis estructural de administración. (2020). Fuente: Propia.</i>	54
<i>Tabla 12. Análisis estructural de urbanizadora "Villa Guadalupe". (2020). Fuente: Propia</i>	56
<i>Tabla 13. Tabla de datos generales del relleno sanitario "ANTANAS". (2020). Fuente: Propia.</i>	58
<i>Tabla 14. Tabla de materiales de construcción. (2020). Fuente: Propia</i>	67
<i>Tabla 15. Aspectos a retomar de modelos análogos. (2020). Fuente_ Propia.</i>	68
<i>Tabla 16. Programa arquitectónico de relleno sanitario de Catarina 2020. (2020). Fuente: Propia.</i>	81
<i>Tabla 17 Tabla de materiales. (2020). Fuente: Propia.</i>	109
<i>Tabla 18 Volúmenes de corte y relleno. (2020). Fuente: Propia.</i>	114
<i>Tabla 19. Cargas vivas unitarias. (2007) Fuente: Reglamento Nacional de la Construcción.</i>	121
<i>Tabla 20. Cargas muertas unitarias. (2007) Fuente: Reglamento Nacional de la Construcción.</i>	122
<i>Tabla 21. Columnas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.</i>	135
<i>Tabla 22, Zapatas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.</i>	136
<i>Tabla 23. Vigas sísmicas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.</i>	137
<i>Tabla 24. Vigas intermedias y vigas coronas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.</i>	139

<i>Tabla 25. Dotaciones mínimas de agua potable. Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios de Costa Rica.</i>	145
<i>Tabla 26. Valores de WSFU por accesorio. (2009) Fuente: National Standard Plumbing Code,.</i>	146
<i>Tabla 27. Tabla para convertir de GSFU a GPM. (2009). Fuente: National Standard Plumbing Code,</i>	147
<i>Tabla 28. Pérdidas en accesorios metálicos. (2009). Fuente: National Standard Plumbing Code</i>	148
<i>Tabla 29. Pérdidas en accesorios de CPVC cédula 40. (2009). Fuente: National Standard Plumbing Code.</i>	148
<i>Tabla 30. Unidades de drenaje DFU. Fuente: NSPC 2009</i>	151
<i>Tabla 31. Unidades de drenaje DFU. Fuente: NSPC 2009</i>	152
<i>Tabla 32. Capacidades de tuberías en función del diámetro y la pendiente. (2009) Fuente: NSPC.</i>	152
<i>Tabla 33. Cálculo de red de agua potable del relleno sanitario del municipio de Catarina. (2020). Fuente: Propia.</i>	153
<i>Tabla 34. Cálculo de las pérdidas de presión del relleno sanitario del municipio de Catarina. (2020). Fuente: Propia.</i>	154
<i>Tabla 35. Cálculo de la bomba del relleno sanitario del municipio de Catarina. (2020). Fuente: Propia.</i>	154
<i>Tabla 36. Cálculo de tanque hidroneumático. (2020). Fuente: Propia.</i>	155
<i>Tabla 37. Conteo de WSFU/CU y WSFY T de elementos ubicados en el relleno sanitario. (2020) Fuente: Propia.</i>	155
<i>Tabla 38. Demanda de agua para las diferentes actividades que se realizan en el relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.</i>	156
<i>Tabla 39. Límites permisibles de drenaje según unidades de gasto. (2009) Fuente: NSPC</i>	158
<i>Tabla 40. Tabla de coeficientes de escorrentía propuesta por el reglamento de drenaje pluvial de la alcaldía de Managua. (2020). Fuente: Alcaldía de Managua</i>	160
<i>Tabla 41. Intensidades máximas anuales de precipitación (mm). Fuente: Ineter</i>	162
<i>Tabla 42. Tabla de caudales generados por cada trinchera. (2020). Fuente: Propia</i>	176
<i>Tabla 43. Cálculo del dimensionamiento de la red de lixiviado. (2020). Fuente: Propia.</i>	177
<i>Tabla 44. Cálculo pozo de visita. (2020). Fuente: Propia.</i>	177
<i>Tabla 45. Resultados de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.</i>	178
<i>Tabla 46. Resultado de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.</i>	178
<i>Tabla 47. Dimensionamiento de la segunda red de lixiviado. (2020). Fuente: Propia.</i>	179
<i>Tabla 48. Q en cada pozo de visita. (2020). Fuente: Propia.</i>	179
<i>Tabla 49. Resultado de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.</i>	180
<i>Tabla 50. Resultado de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.</i>	180

<i>Tabla 51. Calculo hidráulico de la red de aspersores proveniente de la laguna de lixiviados. (2020). Fuente propia</i>	<u>183</u>
<i>Tabla 52. Cálculo de la bomba. (2020). Fuente: Propia.</i>	<u>183</u>
<i>Tabla 53. Cálculo de pérdida de presión. (2020). Fuente: Propia.</i>	<u>184</u>
<i>Tabla 54. Cálculo del tanque hidroneumático. (2020). Fuente propia</i>	<u>184</u>
<i>Tabla 55. Propuesta de árboles. (2020). Fuente: Propia.</i>	<u>190</u>
<i>Tabla 56. Propuesta de árboles. (2020). Fuente: Propia.</i>	<u>190</u>
<i>Tabla 57. Resumen meteorológico anual. Fuente: INETER</i>	<u>190</u>
<i>Tabla 58. Resumen meteorológico anual. Fuente: INETER</i>	<u>190</u>

# RELLENO SANITARIO DE CATARINA



## **CUERPO DEL TRABAJO**

### **1.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

#### **1.1.1. Nombre y descripción del proyecto**

El proyecto a llevar a cabo tiene por nombre Diseño del Relleno Sanitario del Municipio de Catarina, ubicada en el departamento de Masaya, Nicaragua, el cual contará con un área total de 19,947.28 m<sup>2</sup>, en los que se distribuirán zonas destinada al manejo de los desechos sólidos generados en el municipio.

El proyecto surge debido a que el vertedero actual del municipio ya ha cumplido con su vida útil, por lo que es de vital importancia para la municipalidad el diseño de un nuevo vertedero que cumpla con las características idóneas para realizar un adecuado manejo de los desechos sólidos y así contribuir a mejorar las condiciones higiénico- sanitarias de la población y del medio ambiente.

El proyecto fue elaborado de manera interdisciplinar, donde estuvieron involucradas las especialidades de arquitectura e ingeniería civil, realizando los estudios técnicos que permitieron el desarrollo de un diseño integral y amigable con el medio ambiente.

## **1.1.2. Objetivos del proyecto.**

### **1.1.2.1. Objetivo general**

- Diseño de un Relleno sanitario en el municipio de Catarina, departamento de Masaya, para una vida útil de 8 años.

### **1.1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar un análisis del sitio que permita conocer las características del lugar donde será emplazado el Relleno Sanitario del Municipio de Catarina.
- Elaborar una propuesta arquitectónica para el Relleno Sanitario del Municipio de Catarina para una vida útil de 8 años, donde se logre el adecuado manejo de los residuos sólidos generados en el municipio.
- Diseñar las obras civiles en base a la propuesta arquitectónica del Relleno Sanitario.

### **1.1.3. Justificación del proyecto**

El proyecto surge como parte del Plan de Manejo de Residuos Sólidos del municipio elaborado en el 2019, este plan contempló el cierre del botadero a cielo abierto existente y el diseño de un nuevo vertedero bajo la modalidad de Relleno Sanitario. Es evidente entonces, que la construcción del relleno sanitario en el Departamento de Masaya, específicamente en el municipio de Catarina, es una necesidad real y de urgente atención.

Este proyecto es de interés social por lo argumentado anteriormente, referido al medio ambiente, salud y por la generación directa e indirecta de empleos para mano de obra especializada y no especializada en diferentes áreas de trabajo que surgirán de la construcción de dicha obra civil. De esta forma se asegurará el manejo oportuno de los desechos sólidos para aproximadamente 8 años. Asimismo, la cantidad de personas beneficiadas es significativa para considerar la importancia y necesidad de formulación y ejecución del proyecto, que además de los beneficios ya citados mejorará la imagen urbana de Catarina, municipio altamente turístico.

Finalmente se menciona que el diseño de este proyecto puede ser utilizado como base para que las autoridades de otros municipios implementen este sistema de disposición final de los residuos sólidos.

### **1.1.4. Tamaño del proyecto**

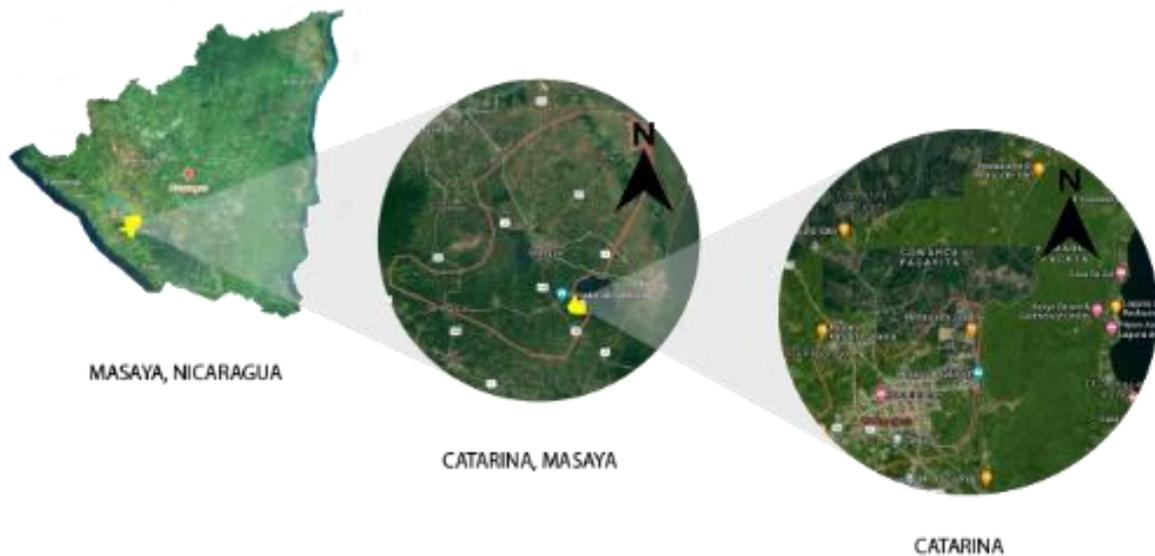
El terreno predestinado para el relleno sanitario del municipio de Catarina cuenta con un área total de 19,947.28 m<sup>2</sup>, en él se construirá instalaciones aptas y apropiadas para el manejo y el funcionamiento del relleno sanitario tales como: oficinas administrativas, áreas de saneamiento, área de clasificación de desechos, bodegas para desechos reciclados, planchas de lavado del camión recolector, trincheras, fosa de tratamiento de lixiviado.

### **1.1.5. Macro localización**

La posición geográfica de Catarina es privilegiada, con una la altitud de 520,36 msnm y ubicada entre las coordenadas 11° 54' latitud Norte y 86°04' de longitud Oeste en la región Pacífica de Nicaragua.

El municipio de Catarina ocupa el extremo Sureste del departamento de Masaya, a 40 kilómetros de Managua y a 5 kilómetros de la cabecera departamental Masaya. Se encuentra ubicado administrativamente en el departamento de Masaya. Los límites administrativos con los que colinda el municipio son:

- Al Norte con Masaya.
- Al Sur con San Juan de Oriente.
- Al Este con Laguna de Apoyo.
- Al Oeste con Niquinohomo



*Figura 1. Macro localización. (2020). Fuente: Propia*

### **1.1.6. Micro localización**

La ubicación del terreno en donde se construirá el relleno sanitario, se encuentra a una altitud de 459 msnm y ubicada entre las coordenadas 11° 55' latitud Norte y 86°05' de longitud Oeste en la región Pacífica de Nicaragua.

El terreno se localiza al costado noroeste del municipio, a 1819.56 m del centro del municipio de Catarina.



*Figura 2.. Micro localización. (2020). Fuente: Propia*

### 1.1.7. Articulación entre planes, programas y proyectos.

El gráfico describe programas fomentados por el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2018-2020 que tienen como finalidad, mejorar la calidad ambiental y aumentar el nivel de salud del municipio, además desarrollar infraestructuras sociales para la provisión de servicios públicos, entre otras necesidades a las que se les responde con un proyecto de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina

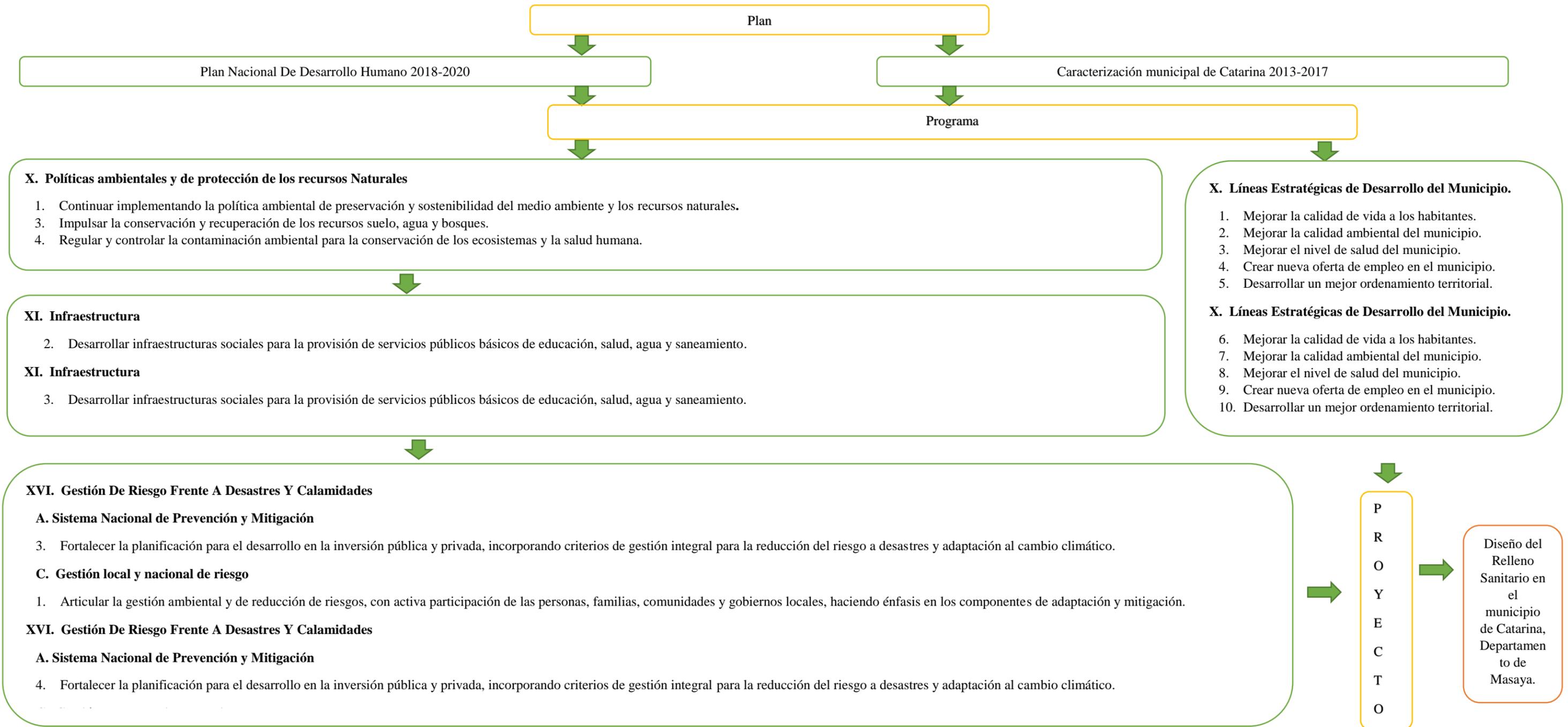


Gráfico 1. Articulación entre planos, programas y proyectos. (2020). Fuente: Propia.

### **1.1.8. El proyecto en el marco de las políticas estratégicas y desarrollo humano del país.**

Los ejes del programa nacional de desarrollo humano en el cual estará contemplado el proyecto es de carácter social, ambiental, económico y político; pues hace referencia a una transformación social en el ámbito de la salud, otorgando así el bienestar de cada habitante, haciendo un uso adecuado del control de la recolección de residuos para evitar enfermedades transmisibles que se pueden originar desde el sitio. En las políticas ambientales el proyecto se refleja en la preservación y sostenibilidad del medio ambiente de acuerdo a lo definido en la norma técnica obligatoria nicaragüense, tomando en cuenta también que los recursos naturales le dan una regulación del control a la contaminación.

Este proyecto promoverá el fortalecimiento y la estabilidad del sistema financiero del municipio generando ingresos y aportando así a la economía del lugar por medio del reciclaje que se estará desarrollando en dicha planta, de acuerdo al desarrollo político este asegura el manejo prudente de las finanzas públicas, el gobierno central y empresas públicas.

### **1.1.9. Grupo meta y beneficiarios**

El proyecto identificará los criterios para efectuar la segmentación geográfica y desarrollará los perfiles de segmentos que generen un grupo meta estable y confiable.

La construcción del relleno sanitario en el municipio de Catarina, Masaya está orientado hacia la población catarinense, centros de salud, entidades públicas y privadas. También serán beneficiarios directos, los estudiantes e investigadores, al tratarse en este proyecto de incrementar la capacitación de investigadores en este sector, como son el intercambio, movilidad y formación conjunta en el espacio de cooperación.

#### **1.1.10. Ciclo de vida del proyecto**

El proyecto del relleno sanitario que será construido en el municipio de Catarina, departamento de Masaya, contará con una vida útil de 8 años a partir de su fecha de construcción.

La duración de este proyecto se llevará a cabo en distintas fases, en donde este se determinará por medio de los 8 años calculados, la primera fase se llevará a cabo de modo a los estudios ambientales del sitio y sociales de la población en la producción per cápita que proporciona diariamente en desechos sólidos, de modo a que estos datos van hacer gran importancia para el dimensionamiento y número de trincheras que se va construir en el sitio.

Continuamente se llevará a la siguiente fase en lo que es la organización del grupo de trabajo para la ejecución de las obras civiles que involucran en el diseño de un relleno sanitario, tanto como los estudios estructurales, viales, sanitario y financieros. Seguidamente completadas con todas las fases anteriores se hace el cierre total del relleno sanitario cumpliendo todas las expectativas esperada del diseño para un mejor servicio a la población de Catarina.

#### **1.1.11. Resultados esperados**

Selección adecuada del sitio de ejecución del relleno sanitario, optando por el terreno que más se adapta a las normas (NORMA TECNICA N° 05 013-01) que rigen la construcción de este tipo de obras.

Recolección de datos necesarios para la representación gráfica del área en estudio que permita conocer el terreno y la posición de elementos naturales o instalaciones construidas.

Una propuesta de diseño respecto a la utilidad o función de cada uno de los espacios físicos que posee el terreno, permitirá realizar un presupuesto de la obra.

### 1.1.12. Matriz para la etapa del diseño.

En la siguiente tabla se muestra la planificación del marco lógico del proyecto del relleno sanitario en la ciudad de Catarina, el cual está basada en los resultados que se esperan mediante a los objetivos planteados.

<b>Matriz para la etapa de diseño</b>			
<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Fecha de entrega</b>	<b>Responsable</b>
<b>Realizar un análisis del sitio que permita conocer las características del lugar donde será emplazado el relleno sanitario del municipio de Catarina.</b>	Selección del sitio.	DE ENERO A ABRIL 2020	Kristel Guisselle Hernández Obando
	Descripción de posibles impactos ambientales y propuesta de obra.		
	Planificar que las opciones de desarrollo sean ambientalmente agradables.		Miguel Ángel Cerde Espinoza
	Confeción de planos.		Omar Ismael Pérez García
	Aplicación de métodos topográficos.		Orlando José Mejía García
	Procedimiento de campo.		
	Procesamientos de la información.		

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Fecha de entrega</b>	<b>Responsable</b>
<b>Elaborar una propuesta arquitectónica para el relleno sanitario del municipio de Catarina para una vida útil de 8 años donde logre el adecuado manejo de los residuos sólidos generados en el municipio.</b>	<p>Estudio de modelos análogos nacional e internacional.</p> <p>Elaboración de programa arquitectónico.</p> <p>Diseño de conjunto arquitectónico</p> <p>Diseño de planta arquitectónica</p> <p>Diseño de elevaciones y secciones Arq.</p> <p>Diseño de plantas de techo.</p> <p>Diseño de detalles Arq.</p> <p>Elaboración de tablas de puertas y ventanas.</p>	<p>DE MAYO A SEPTIEM BRE DE 2020</p>	<p>Kristel Guisselle Hernández Obando Miguel Ángel Cerde Espinoza</p>
<b>Diseñar las obras civiles en base a la propuesta arquitectónica del relleno sanitario.</b>	<p>Diseño vial.</p> <p>Diseño estructural.</p> <p>Diseño sanitario.</p>	<p>DE OCTUBR E A DICIEMB RE DE 2020</p>	<p>Orlando José Mejía García Omar Ismael Pérez García</p>

*Tabla 1. Matriz para la etapa de diseño. (2020). Fuente: Propia*

## 1.2. ESTUDIOS TÉCNICOS

### 1.2.1. ESTUDIO AMBIENTAL.

#### 1.2.1.1. Selección de sitio

El sitio destinado para el Relleno Sanitario es un terreno propiedad de la Alcaldía adquirido en el año 2019, por tal razón no se realizó selección de sitio. Aplicando la NTON-05013\_14\_02 se verificó su condición ambiental con la finalidad de verificar si es apropiado o si mediante el diseño se podrían reducir los aspectos ambientales negativos producto de su ubicación. La siguiente tabla muestra la valoración ambiental del sitio:

<b>SELECCIÓN DE SITIO APEGADAS A NORMATIVAS NTON 05013-01/ 05014-02</b>						
<b>LISTA DE VERIFICACIÓN PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (de aplicación por servicio)</b>						
MUNICIPIO: Catarina						
SERVICIO: Recolección de residuos			FECHA:20/02/2020			
ÁREAS DE MEJORAMIENTO				SITUACIÓN		
				SI	NO	PA
<b>5. Disposición Final</b>						
5.1	La ubicación del sitio de disposición final cuenta con las características que la ley manda.				0.5	
5.1.1	El terreno se encuentra a una distancia mayor de 300 m de una vía principal y dispone de camino de todo tiempo.				1	
5.1.2	Se encuentra a una distancia mínima de 1,000 m de: Asentamientos Humanos				0.5	
	Industria de Alimentos					
	Escuelas				1	
	Hospitales				1	

	Centros de Desarrollo Infantil (CDI)	<b>1</b>			
	Áreas de Recreación y cualquier lugar donde haya permanencia de personas		<b>0</b>		
	Fuentes destinadas al abastecimiento de agua potable, sean aguas superficiales o pozos.	<b>1</b>			
	Costas de lagos, lagunas, zonas costeras y márgenes de ríos o lugares que afecten el área turística	<b>1</b>			
5.1.3	Existen pozos excavados a una distancia menor de 75 m alrededor del perímetro del sitio destinado para disposición final.	<b>1</b>			
5.1.4	La ubicación del sitio se encuentra aguas arriba de una corriente de agua superficial	<b>1</b>			
5.1.5	El sitio de disposición final se encuentra localizado a sotavento con respecto a los asentamientos urbanos.	<b>1</b>			
5.1.6	El sitio de disposición final se ubica a una distancia mayor de 60 m de fallas geológicas.	<b>1</b>			
5.1.7	El sitio no se encuentra ubicado en:				
	Reservas biológicas	<b>1</b>			
	Parques Nacionales	<b>1</b>			
	Reservas de Recursos Genéticos	<b>1</b>			
	Patrimonio Cultural, Sitios Históricos	<b>1</b>			
	Áreas consideradas frágiles	<b>1</b>			
	Zonas de crecimiento Natural o Planificado de acuerdo a los planes de desarrollo.	<b>1</b>			
	Excavaciones de túneles	<b>1</b>			
	Zonas de derrumbes	<b>1</b>			

	Hundimiento Naturales	1			
	Llanuras de inundación	1			
	Pantanales	1			
	Marismas	1			
5.1.8	Se encuentra a menos de 1,0000m de la línea limítrofe municipal		0		
5.1.9	El sitio cuenta con:				
5.2	Servicio de energía eléctrica y agua potable	1			
	Vías de penetración	1			
		24		1	
	<b>Puntaje (Sumar SI + PA)</b>		25		
Criterio de Valoración					
MUY DEFICIENTE		DEFICIENTE		ACEPTABLE	
Puntaje menor a 14.5		Puntaje entre 14.5- y 22		Puntaje mayor a 22	
PUNTUACIÓN		SI: 1 punto	NO : 0 punto	PA: 0.5 punto	
OBSERVACIONES.					
<b>Realizado por:</b> Orlando José Mejía García Omar Ismael Pérez García Miguel Ángel Cerda Espinoza Kristel Guisselle Hernández Obando			Firma:		

*Tabla 3. Selección de sitio apegadas a normativas NTON 05 014-02. (2020). Fuente: Propia*

De la evaluación del sitio destinado para el Relleno Sanitario mediante las normativas de la NTON-05013\_14\_02 se obtuvo un resultado, un puntaje (25) que al ubicarlo entre los criterios de valoración (puntaje > 22 = Aceptable) verifica que el sitio es apropiado para desarrollar el proyecto del relleno sanitario.

1.2.1.2. Análisis de sitio

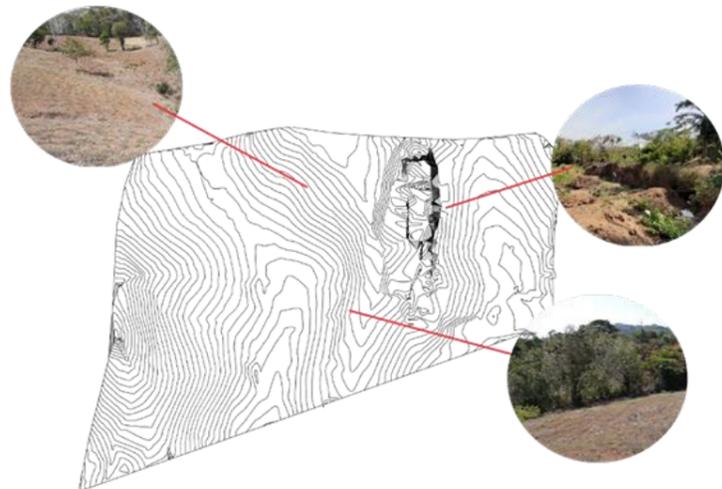
ANÁLISIS DEL SITIO DEL NUEVO RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE CATARINA

Ubicación del terreno

El terreno para la propuesta del nuevo relleno sanitario para el municipio de Catarina, se localiza al Noroeste del mismo a tan solo 1,819.56 m del centro de Catarina. Dentro de las coordenadas 11°55' latitud Norte y 86° 05' de longitud este de la región del pasífico a una altitud de 459 msnm, este lote cuenta una área total de 19,947.283 m<sup>3</sup>.

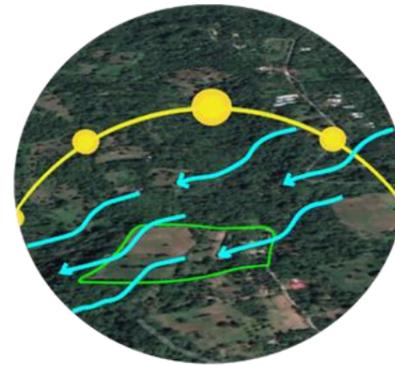


Topografía



Este sitio posee una topografía irregular y fuertemente ondulada, manteniendo pendientes entre el 5 al 30%. Además, tiene 2 cauces naturales que atraviesan el terreno.

Soleamiento y vientos



El sol recorre de este a oeste, el terreno tiene inclinación hacia el sur presentado mayor incidencia en este en este sector. Los vientos son de Noreste a Suroeste. En época lluviosa, los vientos soplan fuertemente impactando toda la área del terreno.

Uso del suelo

El uso de suelo del terreno donde asentará el nuevo relleno sanitario del municipio de Catarina es de Cultivo anuales (Ac).



Flora y Fauna

Se clasifica como un bosque mediano de zona cálida y semi-húmeda de aproximadamente 3 hectáreas, siendo esta ocupada en siembras de cultivos.



La fauna del sitio presenta variedad de reptiles, aves y mamíferos.

Vialidad

La estructura vial está constituida por vías de sistema de calles, vías que está totalmente adoquinada y encunetadas.



Tipo de suelo

El terreno para el nuevo relleno sanitario del municipio de Catarina consta con un tipo de suelo semi-permeable y terreno arcilloso y arenoso con vegetación densa, bosque, cafetal y pasto.

Accesos

El terreno tiene un único acceso al sitio, se encuentra al oeste con dirección de norte a sur.



Precipitación en el terreno

En el terreno se da una precipitación de 1,463.8 ml y 1.463 m anual.

### 1.2.1.3. Producción per cápita

La producción per cápita es la cantidad de residuos sólidos que genera cada uno de los habitantes por día. En las tablas siguientes se muestran datos que se obtuvieron del estudio del plan de manejo de residuos sólidos del municipio de Catarina con los que se calculó la producción per cápita de los ambientes en estudio como lo son las zonas urbanas (viviendas); mirador de Catarina y Hoteles y restaurantes.

#### **Resultados del trabajo de campo.**

##### **Zona Urbana (Viviendas).**

<b>HOJA DE CAMPO PARA REGISTRAR PESO, DENSIDAD Y PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS VIVIENDAS.</b>					
<b>DIAS</b>	<b>PESO/BASURA</b>	<b>VOL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Ppc</b>
	<b>(kg/día)</b>	<b>(m3)</b>	<b>(kg/m3)</b>		
<b>Lunes</b>	169.20	0.74	227.91	194.00	0.87
<b>Martes</b>	117.07	0.66	176.91	194.00	0.60
<b>Miércoles</b>	30.29	0.39	78.37	194.00	0.16
<b>Jueves</b>	30.29	0.39	78.37	194.00	0.16
<b>Viernes</b>	67.54	0.49	136.46	194.00	0.35
<b>Sábado</b>	156.64	0.74	210.99	194.00	0.81
<b>Domingo</b>	86.92	0.49	175.62	194.00	0.45
<b>Total</b>	<b>657.95</b>		<b>154.95</b>		<b>0.49</b>

*Tabla 4. Resultado del muestreo de Residuos Sólidos de la Zona Urbana. (2019). Fuente: Plan de manejo de los residuos sólidos del Municipio de Catarina-Masaya.*

El total de residuos que se generó a la semana en las viviendas seleccionadas fue de 657.95 kg/día, con una densidad promedio de 154.95 kg/m<sup>3</sup>, para un total de habitantes de 194 y un per cápita de 0.48 Kg/hab/día.

## Mirador de Catarina

<b>HOJA DE CAMPO PARA REGISTRAR PESO, DENSIDAD Y PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS VIVIENDAS.</b>					
<b>DIAS</b>	<b>PESO/BASURA</b>	<b>VOL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Ppc</b>
	<b>(kg/día)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>		
<b>Lunes</b>	310.60	1.62	191.28	2173.00	0.14
<b>Martes</b>	86.86	0.56	153.89	644.00	0.13
<b>Miércoles</b>	107.40	0.61	177.18	678.00	0.16
<b>Jueves</b>	217.60	0.97	223.60	999.00	0.22
<b>Viernes</b>	186.60	1.48	125.67	1379.00	0.14
<b>Sábado</b>	328.10	1.87	175.33	2907.00	0.11
<b>Domingo</b>	385.00	3.88	99.26	5017.00	0.08
<b>Total</b>	<b>1622.16</b>		<b>163.74</b>		<b>0.14</b>

*Tabla 5. Resultado del muestreo de Residuos Sólidos de Mirador de Catarina. (2019). Fuente: Plan de manejo de los residuos sólidos del Municipio de Catarina-Masaya.*

El total de residuos que se generó a la semana en el mirador fue de 1622.16 kg/día, con una densidad promedio de 167.34 kg/m<sup>3</sup> para un promedio de visitantes de 1971 y un per cápita de 0.14 Kg/visitantes/día.

## Hoteles y Restaurantes

HOJA DE CAMPO PARA REGISTRAR PESO Y PRODUCCION PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LOS HOTELES Y RESTAURANTES												
CO D.	NOMBRE	Total, Visitan tes	PESO DE RESIDUOS DIARIO (Kg)								TOT AL	PPC (Kg/Vist/ Día)
			L	M	M	J	V	S	D			
1	Restaurante Doña María	256.00	26.5 0	10.0 0	26.5 0	7.17	7.17	12.3 0	41.5 0	104.6 4	0.41	
2	Hotel Casa Marimba	18.00	19.3 0	0.00	0.00	7.55	7.55	2.50	0.00	17.60	0.98	
3	Hotel Laguan Beach	123.00	88.0 0	49.0 0	13.0 0	32.3 0	32.3 0	6.20	34.5 0	167.3 0	1.36	
4	Hotel Paraíso	225.00	70.0 0	29.0 0	41.0 0	56.2 2	56.2 2	12.9 0	53.5 0	248.8 4	1.11	
5	Hotel Apoyo Resource y R. La vista	275.00	74.0 0	37.0 0	33.0 0	23.3 0	23.3 0	71.2 5	43.0 0	230.8 5	0.84	
6	Restaurante Papaki	113.00	0.00	25.0 0	5.00	4.65	4.65	5.00	0.00	44.30	0.39	
	<b>TOTAL</b>	<b>1010.0 0</b>	277. 80	150. 00	118. 50	131. 19	131. 19	110. 15	172. 50	<b>813.5 3</b>	<b>0.85</b>	

*Tabla 6. Resultado del muestreo de Residuos Sólidos de hoteles y restaurantes. (2019). Fuente: Plan de manejo de los residuos sólidos del Municipio de Catarina-Masaya.*

El total de residuos que se generó a la semana en los hoteles y restaurantes fue de 813.53 kg/día, para un total de visitantes de 1010 y un per cápita de 0.85 Kg/visitantes/día.

Basado en todo lo antes descrito, se procedió a revisar la producción de residuos diario y anual y hacer una proyección para valorar si el área disponible actualmente para el nuevo vertedero cumple.

Consideraciones:

Población Urbana Actual = 8,540

Taza de crecimiento= 0.61%

Densidad de Basura Compactada = 450 Kg /Mts 3

Volumen Estabilizado = 0.75

Densidad Estabilizada = 600 Kg / Mts3

Factor de Amplitud = 30%

Profundidad de trinchera= 4.5 metros

<b>Año 2019</b>	<b>Población (hab)</b>	<b>Ppc kg/hab/día</b>	<b>Visitas mirador</b>	<b>Ppc kg/vis/día</b>	<b>Visitas laguna</b>	<b>Ppc kg/vis/día</b>
<b>0/00</b>	8540.00	0.48	1971.00	0.14	455.00	0.85
<b>1/01</b>	8592.00	0.48	1971.00	0.14	455.00	0.85
<b>2/02</b>	8697.00	0.49	1971.00	0.14	455.00	0.85
<b>3/03</b>	8857.00	0.49	1971.00	0.14	455.00	0.85
<b>4/04</b>	9075.00	0.50	1971.00	0.15	455.00	0.85
<b>5/05</b>	9356.00	0.50	1971.00	0.15	455.00	0.85
<b>6/06</b>	9703.00	0.51	1971.00	0.15	455.00	0.85
<b>7/07</b>	10125.00	0.51	1971.00	0.15	455.00	0.85
<b>8/08</b>	10630.00	0.52	1971.00	0.15	455.00	0.85

*Tabla 7. Proyección de la generación de los residuos sólidos del municipio. (2019). Fuente: Propia*

Año	Población (Hab)	Cantidad de residuos solidos			Compactados	
		DIARIO (Kg)	ANUAL (Ton)	ACUMUL (Ton)	DIARIO (M3)	ANUAL (M3)
<b>0/00</b>	8540	4761.89	1738.09	1738.09	10.58	3862.42
<b>1/01</b>	8592	4830.90	1763.28	3501.37	10.74	3918.39
<b>2/02</b>	8697	4926.82	1798.29	5299.66	10.95	3996.20
<b>3/03</b>	8857	5051.41	1843.77	7143.42	11.23	4097.26
<b>4/04</b>	9075	5207.00	1900.56	9043.98	11.57	4223.46
<b>5/05</b>	9356	5396.56	1969.74	11013.72	11.99	4377.21
<b>6/06</b>	9703	5623.81	2052.69	13066.42	12.50	4561.54
<b>7/07</b>	10125	5893.35	2151.07	15217.49	13.10	4780.16
<b>8/08</b>	10630	6210.8	2266.94	17484.43	13.80	5037.65

*Tabla 8 Proyección de generación de residuos del municipio en M3. (2019.) Fuente: Propia*

De esto se puede deducir que la capacidad para el almacenamiento de desechos sólidos que brindan las trincheras permitirá una vida útil de 8 años al relleno sanitario.

**Nota importante:** como no se tienen los datos actuales para el crecimiento turístico del municipio, se deberá actualizar esta tabla cuando se dispongan de estos datos ya que se tomó un dato para el mirador tomando en cuenta la capacidad instalada.

**1.2.1.4.Descripción de posibles impactos ambientales y propuesta de obras de mitigación.**

A continuación, se presentan los posibles impactos ambientales, agrupados por etapas, con las propuestas de mitigación.

<b>Etapas</b>	<b>Impactos</b>	<b>Medidas de mitigación</b>
Remoción De Vegetación y Preparación Preliminar Del sitio	Pérdida de la vegetación debido a la erosión que resulta del desmonte terreno.  - Generación de partículas de polvos.	- Elaborar un plan de remoción de vegetación para suprimir solamente la necesaria.  -Tomar medidas para mitigar las emisiones de polvos, tales como humedecer el suelo.

<b>Etapas</b>	<b>Impactos</b>	<b>Medidas de mitigación</b>
Terraplenaje o accesos	-Inestabilidad de las capas del suelo.	-Realizar estudios de mecánica de suelos y de análisis de estabilidad.
Drenaje de lixiviados.	- Contaminación del suelo debido a la escorrentía de los lixiviados.	-Instalación de obras de drenaje, para la evacuación de los lixiviados del fondo de las trincheras.
Descarga y Compactación de Desechos Sólidos.	- Generación de polvos.  - Generación de vectores biológicos.	- Controlar el esparcimiento de la basura por acción del viento.  - Usar insecticidas y productos biodegradables de control de vectores biológicos.

*Tabla 9. Descripción de posibles impactos ambientales y propuesta de obras de mitigación. (2020). Fuente: Propia*

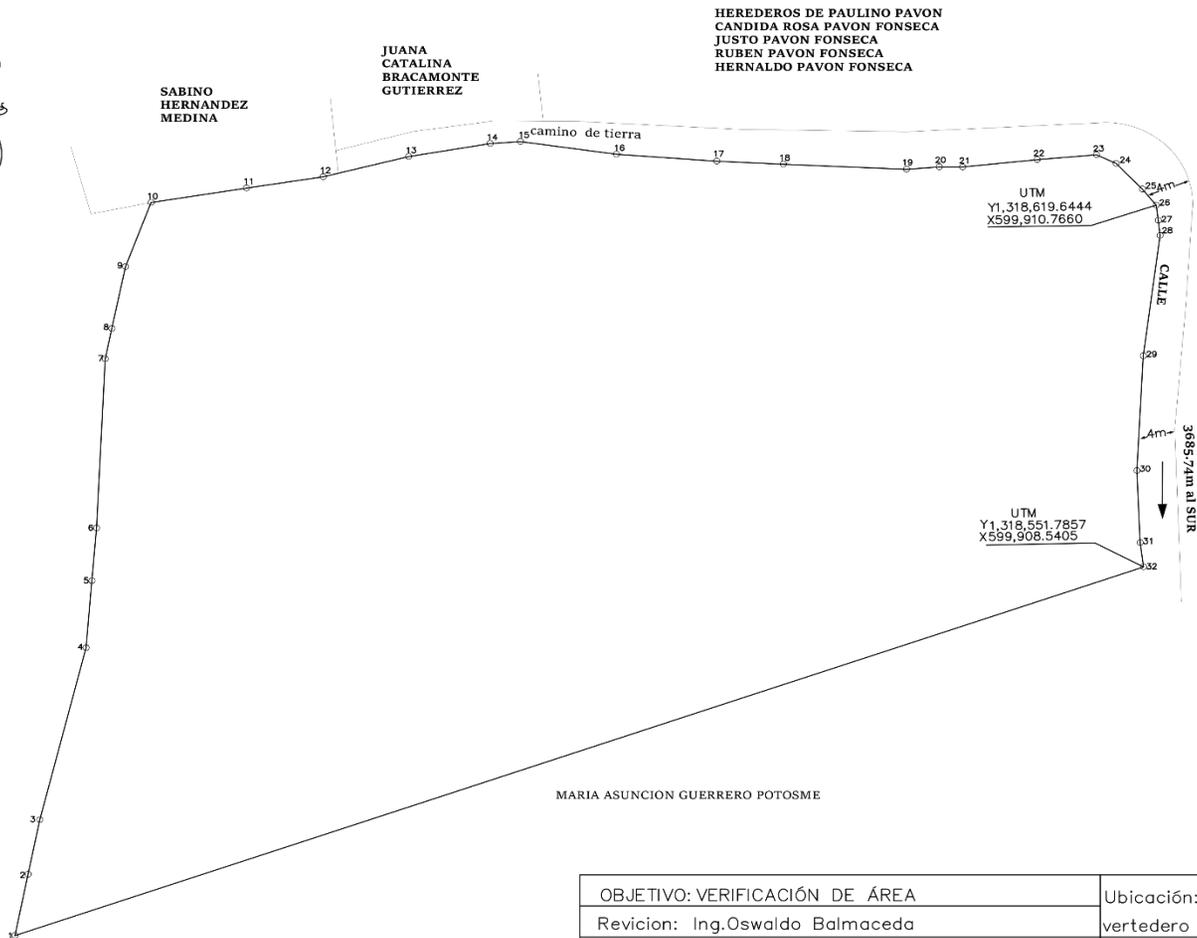
## **1.2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

El estudio topográfico para el proyecto del relleno sanitario fue realizado por estudiantes de la carrera de topografía Lilliam Argentina Guzmán Conner y Terry Anthony Reyes Jaime, este estudio nos permitió obtener una base de datos para realizar cálculos de área del terreno 19, 947.28 m<sup>2</sup> y generar curvas de nivel necesarias para calcular movimiento de tierra.

Basado en el plano de conjunto elaborado por ellos y avalado por personal de catastro de la alcaldía de Catarina, se procedió a desarrollar el diseño de todas las especialidades que conforman el presente estudio.

1.2.2.1. Confección de planos

Plano catastral



CUADRO DE CONSTRUCCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						X	
						Y	
1	2	N	11°18'43.79" E	11.710	2	1,318,482.6590	599,710.7630
2	3	N	11°18'43.79" E	10.426	3	1,318,504.2653	599,710.1051
3	4	N	14°06'30.83" E	33.268	4	1,318,536.6295	599,723.2144
4	5	N	04°39'27.04" E	12.988	5	1,318,549.1799	599,724.2366
5	6	N	04°39'27.04" E	9.941	6	1,318,559.0836	599,725.0437
6	7	N	02°46'19.67" E	31.756	7	1,318,590.8025	599,726.5703
7	8	N	11°31'58.69" E	5.829	8	1,318,596.5138	599,727.7357
8	9	N	11°40'59.88" E	11.844	9	1,318,608.1128	599,730.1342
9	10	N	20°28'26.50" E	12.853	10	1,318,620.1540	599,734.6300
10	11	N	89°49'10.79" E	18.909	11	1,318,622.8517	599,751.3226
11	12	N	81°00'53.80" E	13.620	12	1,318,624.9789	599,764.7758
12	13	N	79°48'59.48" E	15.439	13	1,318,628.7620	599,779.7444
13	14	N	80°15'35.77" E	14.487	14	1,318,631.2129	599,794.0231
14	15	N	85°50'37.27" E	5.327	15	1,318,631.5990	599,799.3360
15	16	S	81°54'47.71" E	17.006	16	1,318,628.2088	599,816.1728
16	17	S	85°48'29.68" E	17.625	17	1,318,627.9083	599,833.7496
17	18	S	87°12'07.05" E	11.686	18	1,318,627.3378	599,845.4217
18	19	S	87°28'11.99" E	21.596	19	1,318,626.3845	599,866.9966
19	20	N	85°31'49.59" E	5.757	20	1,318,626.8332	599,872.7385
20	21	S	89°42'49.84" E	4.102	21	1,318,626.8127	599,879.6381
21	22	N	83°57'34.32" E	13.137	22	1,318,628.1851	599,889.9023
22	23	N	85°00'05.36" E	10.429	23	1,318,629.1038	599,900.2620
23	24	S	64°46'09.34" E	3.806	24	1,318,627.4816	599,903.7346
24	25	S	43°44'13.89" E	6.660	25	1,318,622.6999	599,908.3367
25	26	S	38°44'21.30" E	3.879	26	1,318,619.6444	599,910.7660
26	27	S	07°13'20.66" E	2.881	27	1,318,616.7863	599,911.1282
27	28	S	06°14'13.54" E	2.841	28	1,318,613.9818	599,911.4369
28	29	S	07°24'32.27" W	22.778	29	1,318,591.3743	599,908.4697
29	30	S	02°57'38.46" W	21.547	30	1,318,569.8564	599,907.3868
30	31	S	02°21'58.81" E	13.521	31	1,318,556.3485	599,907.9436
31	32	S	07°27'23.77" E	4.600	32	1,318,551.7857	599,908.5405
32	1	S	70°44'04.52" W	298.510	1	1,318,482.6590	599,710.7630

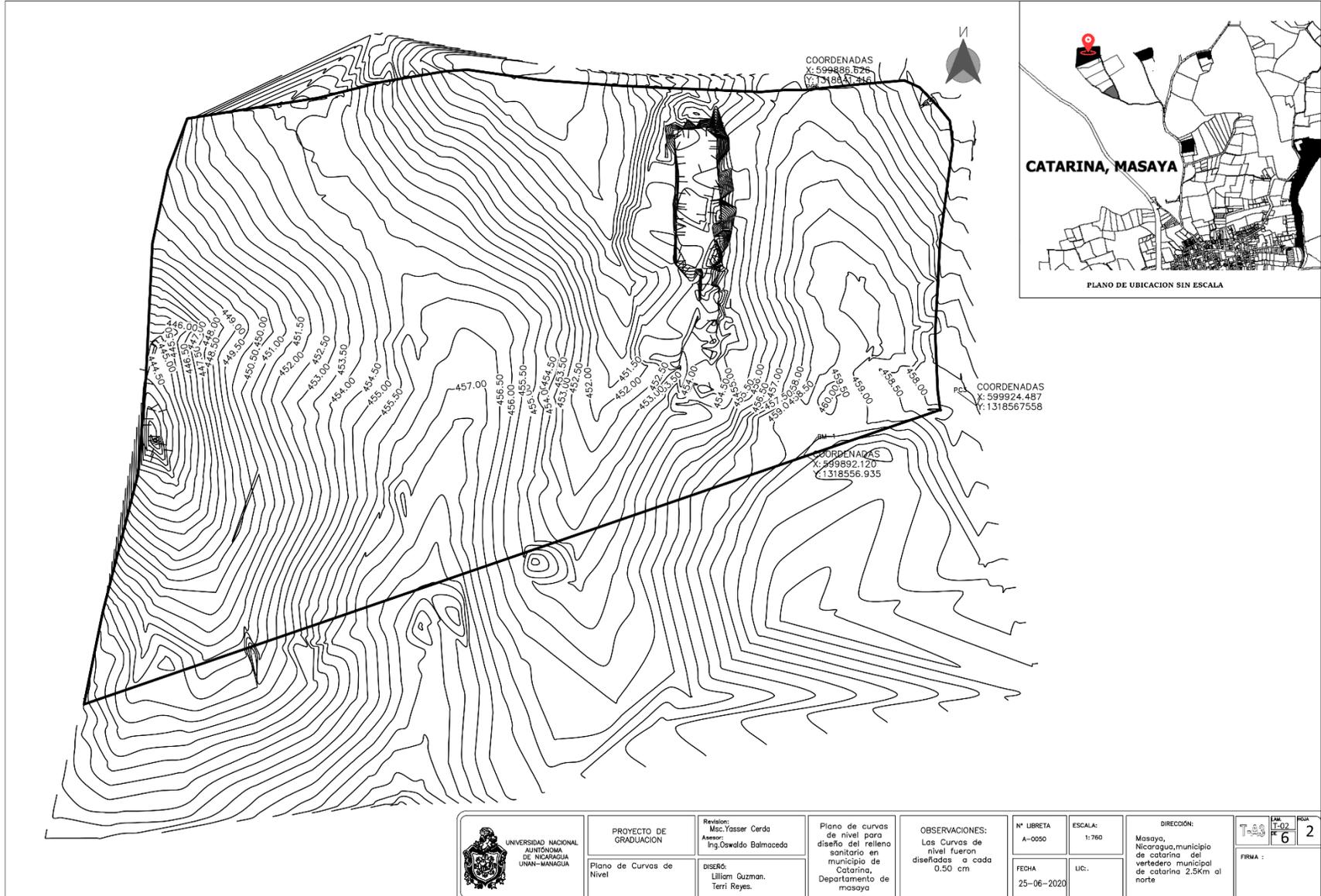
**SUPERFICIE = 19,947.283 m2**

Nota Aclaratoria:  
El plano tiene coordenadas de aproximación y por tanto, no está vinculado a la red de coordenadas Nacionales.

OBJETIVO: VERIFICACIÓN DE ÁREA	Ubicación: Masaya, Nicaragua, municipio de catarina del vertedero municipal de catarina 3685.74m al norte
Revisión: Ing. Oswaldo Balmaceda	
Area= 19,947.283m2=28,293.525V2= 2.83MZ	Ejec. ► Lilliam Guzman Conner ► Terri Reyes Jaime
N° catastral: .	
Escala: 1:750	Fecha: de Junio del 2020

**Propuesta de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina,  
departamento de Masaya, con una vida útil de 8 años.**

**Curvas de nivel**



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN-MANAGUA</p>	<p>PROYECTO DE GRADUACION</p>	<p>Revisión: Mac.Yasser Cerda Asesor: Ing.Oswaldo Balmaceda</p>	<p>Plano de curvas de nivel para diseño del relleno sanitario en municipio de Catarina, Departamento de masaya</p>	<p>OBSERVACIONES: Los Curvas de nivel fueron diseñadas a cada 0.50 cm</p>	<p>N° LIBRETA A-0050</p>	<p>ESCALA: 1:760</p>	<p>DIRECCIÓN: Masaya, municipio de catarina del vertedero municipal de catarina 2.5km al norte</p>	<p>FECHA 25-06-2020</p>	<p>UIC:</p>	<p>FIRMA :</p>	<p>Hoja 1-02 6 2</p>
	<p>Plano de Curvas de Nivel</p>	<p>DISEÑÓ: Lilliam Guzman, Terri Reyes.</p>									

### **1.2.3. ESTUDIO ARQUITECTÓNICO**

#### **1.2.3.1. Marco Legal**

A nivel nacional existen leyes, normativas y decretos que regulan la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, entre ellas se encuentran:

- **Constitución Política de Nicaragua.**

En sus Art. 59, y 60, dice textualmente que es derecho de los ciudadanos nicaragüenses habitar un ambiente saludable y define que tal responsabilidad le corresponde al Estado, es decir a los gobernantes y gobernados en materializar este derecho.

- **Ley 290: Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo.**

#### **Arto 26.**

Ministerio de Salud le corresponden las funciones siguientes:

- Promover campañas de saneamiento ambiental y de divulgación de los hábitos higiénicos entre la población. Formular normas, supervisar y controlar la ejecución de las disposiciones sanitarias en materia alimentaria, de higiene y salud ambiental.
- **Reglamento a la Ley 290: Decreto 71-98.**

#### **Arto 269.**

Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA). Funciones:

- Inco 8. Regular, controlar, normar y establecer procedimientos ambientales para el manejo de residuos sólidos municipales, comerciales, industriales y agrícolas en coordinación con las autoridades territoriales y proponer técnicas alternativas de tratamiento, reciclaje, reutilización y reducción.

**Arto 271.**

Dirección de normación y control ambiental de actividades contaminantes:

- Inco 8. Elaborar, proponer, evaluar las normas sobre la introducción, manejo, almacenamiento y uso de sustancias toxicas o peligrosas y residuos sólidos en general a lo largo de su ciclo de vida.
- **Ley 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.**

**Arto. 109.**

Todos los habitantes tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano, de los paisajes naturales y el deber de contribuir a su preservación. El Estado tiene el deber de garantizar la prevención de los factores ambientales adversos, que afecten la salud y la calidad de vida de la población, estableciendo las medidas o normas correspondientes.

**Arto.121.**

Las actividades que afecten a la salud por su olor, ruido o falta de higiene serán normadas y reguladas por el Ministerio de Salud.

**Arto. 126.**

Será prohibido ubicar en zonas de abastecimiento de agua potable, instalaciones cuyos residuales aún tratados provoquen contaminación de orden físico, químico, orgánico, térmico, radioactivo o de cualquier otra naturaleza o presenten riesgos potenciales de contaminación.

**Arto. 129.**

Las alcaldías operaran sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de Residuos sólidos no peligrosos del Municipio, observando las normas emitidas por el MARENA y MINSA, para la protección del ambiente y la salud.

**Arto. 130.**

El Estado fomentará y estimulará el reciclaje de residuos domésticos y comerciales para su industrialización, mediante técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes.

**Arto. 131.**

Toda persona que maneje residuos peligrosos está obligada a tener conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de estas sustancias.

- **Decreto 9-96: Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.**

**Arto. 95.**

Para fines del Arto 129 de la Ley, el MARENA, en coordinación con el Ministerio de Salud y las Alcaldías, emitirá las normas ambientales para el tratamiento, disposición final y manejo ambiental de los residuos sólidos no peligrosos y la correspondiente normativa ambiental para el diseño, ubicación, operación y mantenimiento de botaderos y rellenos sanitarios de residuos sólidos no peligrosos.

**Arto. 96.**

Para efectos del artículo 130, el MARENA, en coordinación con el MINED promoverá el reciclaje, la utilización y el rechazo de los residuos sólidos no peligrosos.

**Arto. 97.**

MARENA en coordinación con las Alcaldías promoverá el reciclaje, la utilización y el rechazo de los residuos sólidos no peligrosos.

- **Código Procesal Penal:**

## **CAPÍTULO II**

### **DELITOS CONTRA EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES**

**Arto. 365. Contaminación del suelo y subsuelo**

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente, y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o

bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos, con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

#### **Arto. 366. Contaminación de aguas**

Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días multa. Las penas establecidas en este artículo se reducirán en un tercio en sus extremos mínimo y máximo, cuando el delito se realice por imprudencia temeraria.

#### **Arto. 367. Contaminación atmosférica**

El que sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, mediante el uso o la realización de quemas de materiales sólidos y líquidos, químicos o bioquímicos o tóxicos, genere o descargue emisiones puntuales o continuas que contaminen la atmósfera y el aire con gases, humo, polvos o contaminantes con grave daño a la salud de las personas, a los recursos naturales, a la biodiversidad o a los ecosistemas será sancionado con pena de tres a cinco años de prisión y de cien a mil días multa.

#### **Arto. 368. Transporte de materiales y desechos tóxicos, peligrosos o contaminantes**

El que transporte en cualquier forma materiales y desechos tóxicos, peligrosos y contaminantes o autorice u ordene el transporte de estos materiales o sustancias en contravención a las disposiciones legales vigentes en materia de protección del ambiente de manera que se ponga en peligro o dañe la salud de las personas o el medio ambiente, se le impondrá una pena de seis meses a tres años de prisión y de cien a quinientos días multa.

#### **Arto. 371. Violación a lo dispuesto por los estudios de impacto ambiental**

El que altere, dañe o degrade el medioambiente por incumplimiento de los límites y previsiones de un estudio de impacto ambiental aprobado por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años e inhabilitación especial por el mismo período para el ejercicio de la actividad, oficio, profesión o arte, empleo o cargo.

- **NTON 05-013-01: Norma Técnica para el Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Residuos Sólidos no Peligrosos.**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios generales y específicos, parámetros y especificaciones técnicas ambientales para la ubicación, diseño, operación, mantenimiento y cierre o clausura de la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios.

Esta normativa es de aplicación nacional y de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que realicen el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios.

- **NTON 05-014-02: Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No Peligrosos.**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente; la misma es de aplicación en todo el territorio nacional y de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas que realicen manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos.

- **NTON 05-015-01: Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos.**

Tiene por objeto establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos que se

generen en actividades industriales, establecimientos que presten atención médica tales como clínicas y hospitales, laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios y centros antirrábicos. Esta normativa es de aplicación nacional y de obligatorio cumplimiento para todas las personas naturales y jurídicas que generen residuos

sólidos peligrosos, y para todos aquellos que se dediquen a la manipulación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos en cualquier parte del territorio nacional.

- **Decreto No. 168 Ley que Prohíbe el Tráfico de Desechos Peligrosos y Sustancias Tóxicas.**

Establece el conjunto de normas y disposiciones orientadas a prevenir la contaminación del medio ambiente y sus diversos ecosistemas, proteger la salud de la población ante el peligro de contaminación de la atmósfera, el suelo y las aguas, como consecuencia del transporte, manipulación, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos.

- **Decreto 47-2006: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.**

Tiene por objeto, establecer las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua. Su ámbito de aplicación:

Este Decreto es aplicable a:

1. Planes y Programas de Inversión Sectoriales y Nacionales, de conformidad con el artículo 28 de la Ley No. 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo.
2. Actividades, proyectos, obras e industrias sujetos a realizar Estudios de Impacto Ambiental.

Estructura el sistema: Se crea el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua, el cual está compuesto por:

1. La Evaluación Ambiental Estratégica.
2. La Evaluación Ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades.

La Evaluación Ambiental de obras, proyectos, industrias y actividades está compuesta por categorías ambientales que son resultados de un tamizado o cribado. Las categorías ambientales son las siguientes:

- a) Categoría Ambiental I: Proyectos, obras, actividades e industrias que son considerados como Proyectos Especiales.
- b) Categoría Ambiental II: Proyectos, obras, actividades e industrias, que, en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial.
- c) Categoría Ambiental III: Proyectos, obras, actividades e industrias, que, en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Moderado Impacto Ambiental Potencial.

- **Ley 185: Código Laboral de Nicaragua.**

**Arto. 53.**

La jornada ordinaria no podrá exceder de 6 horas en los centros o puestos de trabajo insalubres. En estos casos, no se podrá trabajar horas extras.

**Arto. 100.**

El empleador tiene la obligación de adoptar medidas preventivas necesarias y adecuadas para proteger eficazmente la vida y salud de sus trabajadores, acondicionando las instalaciones físicas y proveyendo el equipo de trabajo necesario para reducir y eliminar los riesgos profesionales en los lugares de trabajo, sin perjuicio de las normas que establezca el Poder Ejecutivo a través del Ministerio del Trabajo.

**Arto. 102.**

El trabajador está obligado a colaborar cumpliendo con las instrucciones impartidas para su protección personal y cuidando el material empleado en la misma.

**Arto. 103.**

Los equipos de protección personal serán provistos por el empleador en forma gratuita y deberán darles mantenimiento, reparación adecuada y sustituirlos cuando el caso lo amerite.

**Arto. 113.**

Son también obligaciones del empleador: (...)

- h) Realizar, por su cuenta, chequeos médicos periódicos a aquellos trabajadores que por las características laborales estén expuestos a riesgos profesionales, debiendo sujetarse a criterios médicos en cada caso específico.

- **Ley General de Salud.**

Esta ley tiene por objeto tutelar el derecho que tiene toda persona de disfrutar, conservar y recuperar su salud, en armonía con lo establecido en las disposiciones legales y normas especiales, en coordinación con las entidades públicas y privadas que corresponda llevará a cabo programas de salud ambiental y emitirá las normativas técnicas sobre Manejo de los Residuos Sólidos y en el capítulo de los Residuos Sólidos, establece que los mismos se regularán de acuerdo al Decreto 394 “Disposiciones Sanitarias”, Ley 217 y su Reglamento, Ley de Municipios y su Reglamento, Normas Técnicas, Ordenanzas Municipales y demás disposiciones aplicables.

- **Decreto 394: Disposiciones Sanitarias.**

**Arto. 3.**

El Ministerio de Salud coordinará con las Instituciones que estime Pertinentes todo lo necesario para el cumplimiento de la presente ley.

**Arto. 10.**

Se entiende por desecho sólido aquellos residuos putrescibles o no, procedentes de las actividades domésticas, comerciales o industriales de una comunidad, a excepción de las excretas humanas.

**Arto. 11.**

Es obligación de los servicios públicos y privados de recolección de residuos sólidos, recoger y trasladar para su disposición final los animales muertos que se encuentren en la vía pública o áreas

- **Decreto No. 432. Reglamento de Inspección Sanitaria.**

Define la inspección sanitaria como el conjunto de actividades dirigidas a la promoción, prevención, tratamiento y control sanitario del ambiente; estableciendo como objetivo principal el mantenimiento de las condiciones higiénico-sanitarias básicas que garanticen el mejoramiento continuo de la salud de la población. En este instrumento se establece:

**Arto. 44.**

Además de lo establecido en el Artículo anterior se consideran graves las actuaciones de:

- 2) El responsable de una industria o establecimiento que no disponga adecuadamente de los desechos, en especial los procedentes de unidades de salud, laboratorio de microbiología, unidades de producción e investigación biológica y química.
- 3) El que por razón de su cargo, tenga la responsabilidad de operar equipos de recolección, tratamiento o disposición final de desechos sólidos o líquidos y realice esta actividad, con inobservancia de las normas sanitarias y de protección del medio.
- 4) El que use los vehículos de recolección de basura para transporte de alimentos o personal.

**Arto. 46.**

Además de lo previsto en el Artículo anterior se consideran como menos grave las actuaciones de:

- 4) El que acumule o deposite desechos sólidos en cualquier lugar que pueda ocasionar molestias a los vecinos, producir malos olores o afectar el ornato público.
- 5) El que dificulte en cualquier forma el cumplimiento de las medidas sanitarias dictadas por autoridades competentes para la erradicación de vectores de enfermedades transmisibles.

- **Ley 475: Ley de Participación Ciudadana.**

Esta ley define la participación ciudadana como proceso de involucramiento de los actores sociales en forma individual y colectiva, con la finalidad de incidir y participar en la toma de decisiones y gestión de políticas públicas en todos los niveles territoriales e institucionales para lograr el desarrollo humano sostenible, en corresponsabilidad con el Estado; determina que este derecho se ejercerá en los ámbitos nacional, regional y local, de conformidad a lo establecido en la ley.

Con relación al sector residuos sólidos no señala de forma particular elementos vinculantes, pero les crea derecho de participar en la creación de normas y leyes. A nivel de municipios se contempla lo siguiente:

- **Ley 40: Ley de Municipios y Ley 261: Ley de Reforma e Incorporación a la Ley de Municipios.**

**Arto. 7.**

El Gobierno Municipal tendrá, entre otras, las competencias siguientes:

- 1) Promover la salud y la higiene comunal. Para tales fines deberá:
  - Realizar la limpieza pública por medio de la recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos.
  - Responsabilizarse de la higiene comunal, realizando el drenaje pluvial y la eliminación de charcas.
  - Promover y participar en las campañas de higiene y de salud preventiva en coordinación con los organismos correspondientes.

- 2) Cumplir y hacer cumplir el funcionamiento seguro e higiénico de mercados, rastros y lavaderos públicos, ya sea los que se encuentren bajo su administración o los autorizados a privados, ejerciendo en ambos casos el control de los mismos.

**Arto.28.**

Atribuciones del concejo municipal:

- 4) Dictar y aprobar ordenanzas y resoluciones municipales.
- 5) Garantizar el mejoramiento higiénico-Sanitario de la comunidad y la protección del medio ambiente, con especial énfasis en la fuente de agua, suelos y bosques y la eliminación de residuos sólidos y líquidos.

- **Plan de Arbitrios Municipales.**

**Arto. 37.**

La fijación de las tarifas de las tasas por prestación de servicios y realización de actividades mencionadas en el artículo 36 se efectuará *de forma que la recaudación total cubra al menos el cincuenta por ciento del costo de aquellos*, para cuya determinación se tendrán en cuenta tanto los costos directos como el porcentaje de costos indirectos que les sea imputable.

Lo anterior no debe interpretarse como una limitación a la gestión de cobro por este servicio, sino que debe permitir a la municipalidad de manera flexible y gradual, alcanzar la sostenibilidad económica mediante políticas tarifarias y el establecimiento de ordenanza que regule la gestión y el manejo integral de residuos sólidos.

- **Ordenanzas Municipales.**

Como resultado de la necesidad de afrontar la problemática del sector residuos sólidos y dada la competencia de las municipalidades respecto a la legislación ambiental y local para el manejo

integral de éstos, algunas municipalidades han emitido Ordenanzas cuyo contenido tiene sus bases en disposiciones generales sobre el manejo de residuos sólidos no peligrosos contenidas en la Ley de Medio Ambiente, Ley de Disposiciones Sanitarias, Ley General de Salud, Ley de Municipios, en las Normas y en los instrumentos internacionales suscritos por Nicaragua. En su mayoría estas ordenanzas establecen disposiciones para la limpieza pública, y otras de carácter sanitario.

- **Convenios Internacionales Relacionados con la Gestión de los Residuos suscritos por Nicaragua.**

Nicaragua se adhirió al Convenio de Basilea sobre movimientos transfronterizos y disposición final de residuos peligrosos mediante Decreto 20/96 de septiembre de 1996. En el ámbito nacional la responsabilidad sobre los residuos sólidos no peligrosos recae en las municipalidades y sobre los Residuos Peligrosos corresponde al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) y al Ministerio de Salud (MINSAL) su normación y fiscalización.

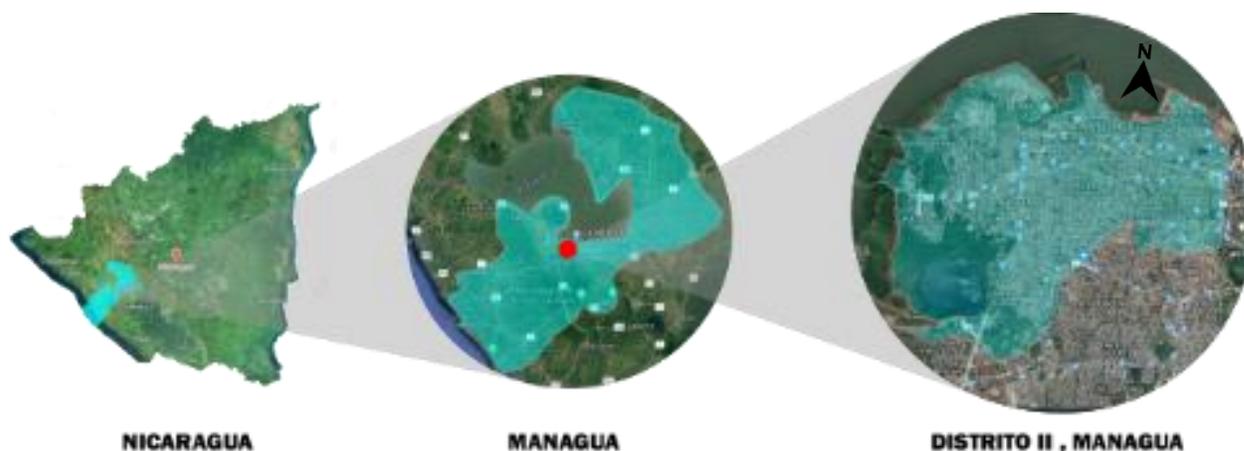
Igualmente, Nicaragua es suscriptora del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP), cuya autoridad de aplicación es el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).

### 1.2.3.2. Modelos Análogos

#### 1.2.3.2.1. Modelo Nacional: Planta recicladora “Acahualinca”

##### Macro localización y Micro localización

“La Chureca” nombre que por muchos años recibió el basurero municipal de Managua y el vertedero a cielo abierto más grande de América Latina, se encuentra ubicado en las cercanías del barrio Acahualinca, en el extremo noroeste del distrito II de Managua y a orillas del Lago Xolotlán. (Lizana, 2016)



*Figura 3. Macro localización. (2020). Fuente: Propia.*

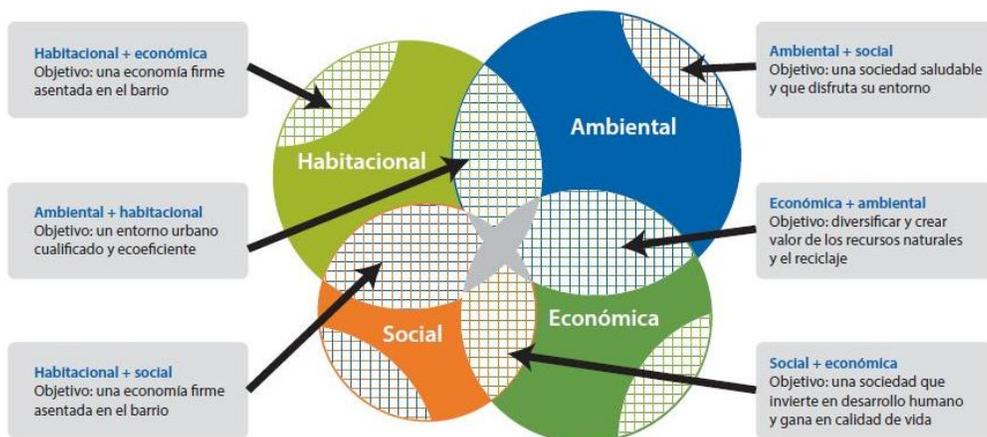
Actualmente su nombre cambio a “Planta Recicladora Acahualinca”, y esta es parte del “Proyecto de Desarrollo Integral del Barrio de Acahualinca”, que se llevó a cabo entre los años 2008 – 2013, en conjunto con la alcaldía de Managua, TRAGSA, Agencia Española de Cooperación (AECID), ONG españolas, agencias de naciones unidas e instituciones públicas nacionales, cuyo fin fue mejorar las condiciones y calidad de vida de los habitantes del barrio Acahualinca y transformar la situación ambiental del sector. (Cooperación española, 2014)



*Figura 4. Micro localización. (2020). Fuente: Propia.*

A través de un proceso participativo de consultas a los diferentes actores públicos y privados presentes en la zona de intervención, La Chureca y el barrio de Acahualinca, se identificaron y consensuaron cuatro áreas de intervención en el proyecto:

- Desarrollo Social/Desarrollo Humano.
- Habitabilidad y ordenamiento urbano.
- Gestión de los residuos y manejo ambiental.
- Dinamización y fomento de la economía local.



*Figura 5. Áreas de intervención en el proyecto. (2013). Fuente: [https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La\\_Transformacixn\\_del\\_Vertedero\\_d\\_e\\_La\\_Chureca.pdf](https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_d_e_La_Chureca.pdf)*

## Zonas

De acuerdo a esto el “Proyecto de Desarrollo Integral del Barrio de Acahualinca”, se zonificó de la siguiente manera:

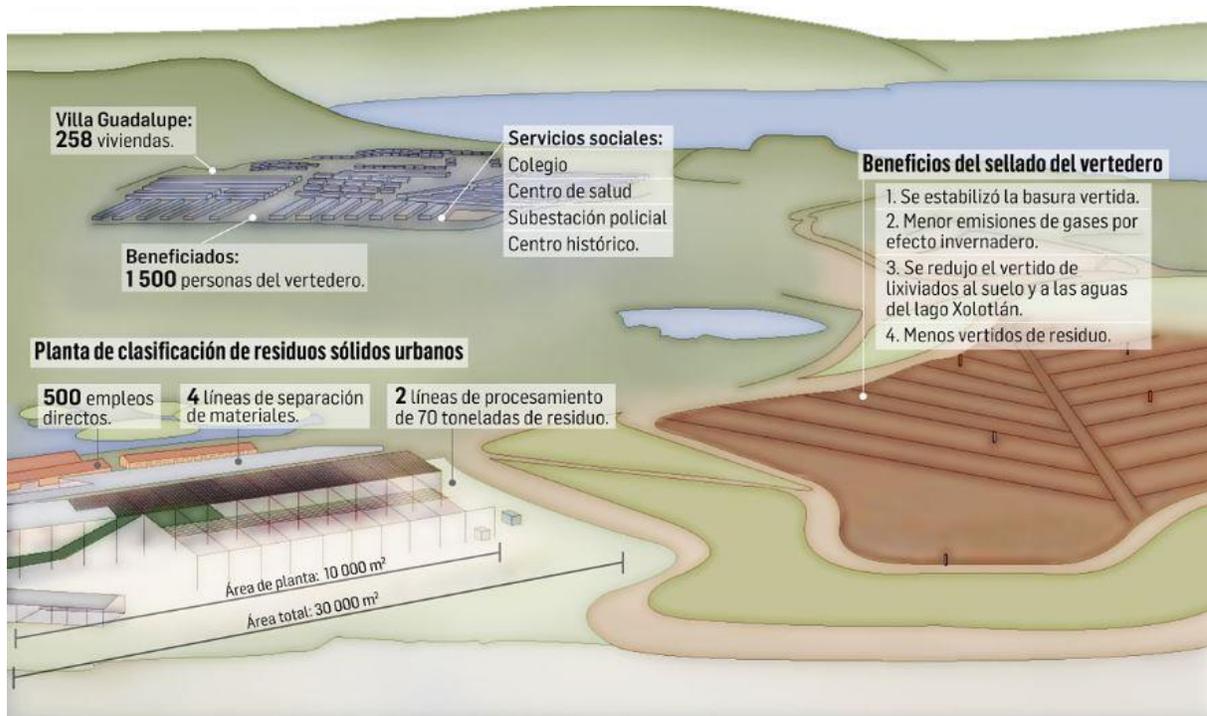


Figura 6. Zonificación. (2017). Fuente: <https://confidencial.com.ni/la-vida-despues-la-chureca/>

### 1. Zona de sellado del basurero

Esta zona fue dividida en cuatro cavidades (vasos de vertido), donde son depositados los cubos de rechazo que se generan al final de la cadena de tratamiento de residuos en la planta de reciclaje. Además, los gases producidos por la basura en descomposición, que antes de la intervención producían combustiones espontáneas en la superficie, son conducidos al exterior por un circuito de tuberías y por chimeneas de gasificación por las que sale el gas metano.

Los lixiviados, se canalizan hacia unos depósitos de almacenamiento que cada cierto tiempo son vaciados y los lixiviados almacenados se distribuyen por la superficie de los vasos de vertido para favorecer su evaporación espontánea.

Se ha construido una escollera de protección en el límite del lago Xolotlán para evitar que el agua pueda afectar al sellado, así como vías de acceso y caminos perimetrales a la zona.

También se han realizado obras de drenaje y control de las aguas pluviales, revegetación de los taludes resultantes en los vasos de vertido, para favorecer la compactación del suelo.



*Figura 7. Vista 4 del vaso regularizado y sellado en fase de revegetación – Vista parcial del vertedero sellado y planta en construcción – Vista aérea de la actuación. (2013). Fuente: [https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La\\_Transformacixn\\_del\\_Ve](https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Ve)*

## 2. Zona de la Planta Recicladora

Las plantas de clasificación y tratamiento del compost, con toda la maquinaria y equipamiento que las componen, se sitúan en una instalación cubierta central con una superficie de aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup>.

Sobre una losa de hormigón, en la que se incluyen las canalizaciones de servicio eléctrico, agua de proceso, red de incendios, red de drenaje y fosos para descarga de materiales, se eleva la nave compuesta por un área central y dos laterales, todas ellas de estructura de pórticos metálicos, de sección variable, con cubierta de chapa de acero galvanizada.

Esta zona cuenta con cuatro líneas de separación de materiales y dos líneas de procesamiento de 70 toneladas de residuos. Los residuos entran en la planta de reciclaje, donde se procede a realizar la selección de productos susceptibles de ser comercializados, tales como metales, plásticos, papel, etc.

La materia orgánica es separada y se traslada a un área de compostaje con el fin de obtener compost, con el previo tratamiento. Una vez realizada la separación de los distintos materiales,

la planta de reciclaje proporciona material de rechazo debidamente compactado en forma de cubos.

Además de la planta de selección de residuos sólidos urbanos (RSU), dentro de esta zona, la intervención conlleva construcciones colindantes como son los talleres de reparación de equipos y vehículos, las oficinas administrativas, vestidores y áreas de servicios sociales (cocinas, comedor y puesto médico de emergencia).

### Proceso interno de trabajo de la planta reciclador

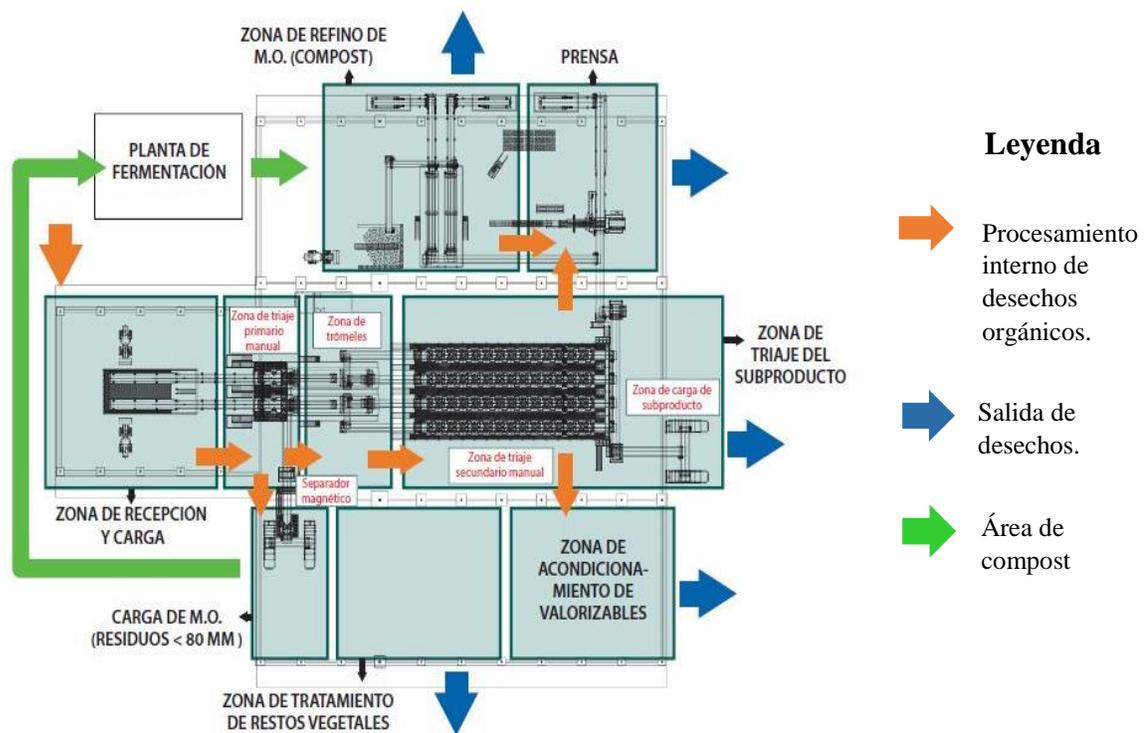


Figura 8. Área de intervención. (2013) Fuente: [https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La\\_Transformacixn\\_del\\_Vertedero\\_de\\_La\\_Chureca.pdf](https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf)

### 3. Zona de la Urbanización “Villa Guadalupe”

La zona de la urbanización está conformada por 258 viviendas, de dos y tres habitaciones, las cuales son ocupadas por los antiguos residentes, quienes vivían en condiciones de extrema pobreza e insalubridad, en lo que se conoció como el asentamiento la Chureca.

Actualmente la urbanización lleva el nombre de Villa Guadalupe y ha sido dotada con todos los servicios básicos como agua potable, canalización de aguas negras, cauce de alivio de aguas pluviales, calles pavimentadas y debidamente señalizadas, e iluminación pública.



*Figura 9. Vistas de la urbanización "Villa Guadalupe". (2013). Fuente: [https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La\\_Transformaci3n\\_del\\_Vertedero\\_de\\_La\\_Chureca.pdf](https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformaci3n_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf)*

#### 4. Zona de Servicio

La zona de servicios está dotada con toda la infraestructura necesaria para que las personas que habitan la urbanización y sus alrededores, puedan tener acceso a salud, educación, recreación y seguridad ciudadana.

Se han llevado a cabo acciones para la alfabetización de adultos, prevención del absentismo escolar y la integración de jóvenes en riesgo de exclusión, con la construcción de una Escuela Taller de Formación Profesional, un centro de salud, un centro cultural comunitario, áreas deportivas y de ocio, un centro educativo y una sub-estación de policía, en coordinación con la Alcaldía de Managua.

El proyecto de desarrollo integral del barrio Acahualinca fue definido en su fase de formulación como: “Mejora de las condiciones ambientales, sociales, económicas y habitacionales en el entorno del barrio de Acahualinca, Managua”.

Estas infraestructuras sociales no sólo dan servicio a las 258 viviendas que integra el proyecto, sino también a las 600 viviendas colindantes, construidas por el gobierno nicaragüense para las familias desplazadas de la zona de Acahualinca a causa de las inundaciones del 2010.



*Figura 10. Centro de salud Manna Project International. (2019). Fuente: <https://www.thirdwell.org/austin-samaritans-may-2019.html>*

Los logros principales del proyecto se resumen en:

*Infraestructura:*

- Planta de reciclaje.
- Urbanización completa con servicios sociales de pavimentación de calles, agua potable, energía eléctrica, canalización de aguas pluviales y de aguas negras.
- Áreas deportivas para jóvenes y niños. Centro cultural comunitario.
- Escuela de formación profesional (Escuela Taller Acahualinca).
- Puesto de policía.

*Impacto socio-cultural:*

- Creación de puestos de trabajo en la planta de reciclaje.
- Alfabetización de adultos.
- Disminución del abandono escolar.
- Disminución de enfermedades.
- Integración de jóvenes en riesgo

### 1.2.3.2.1.1. Análisis funcional

#### Accesos y circulación

El “Proyecto de Desarrollo Integral del Barrio de Acahualinca”, cuenta con tres accesos, uno destinado para la zona de viviendas (Villa Guadalupe), y los otros dos para la planta recicladora.

El acceso principal de la planta recicladora se encuentra ubicado al costado sureste donde se realiza el pesaje de los camiones recolectores de basura para determinar la cantidad de residuos acopiados en el día. El segundo acceso está ubicado al costado suroeste, el cual actualmente se encuentra clausurado.



Figura 11. Accesos del proyecto de desarrollo integral del barrio Acahualinca. (2020). Fuente: Propia

El acceso al complejo de viviendas se encuentra al costado suroeste, separado de la planta recicladora por un muro de 3 metros de altura para evitar robos de herramientas de trabajo, enseres y el consumo y venta de estupefacientes.



Figura 12. Acceso principal a la Chureca. (2017). Fuente: <https://confidencial.com.ni/la-vida-despues-la-chureca/>

### Comunicación de ambientes en planta recicladora.

La comunicación entre los ambientes de planta recicladora es del tipo lineal, los recorridos se dan por medio de andenes que comunican los 6 ambientes que conforman esta zona entre los que se encuentran: el área administrativa, el área de comedor y clínica, área de talleres, área de saneamiento, área de descarga y clasificación y el área de procesamiento de abono.

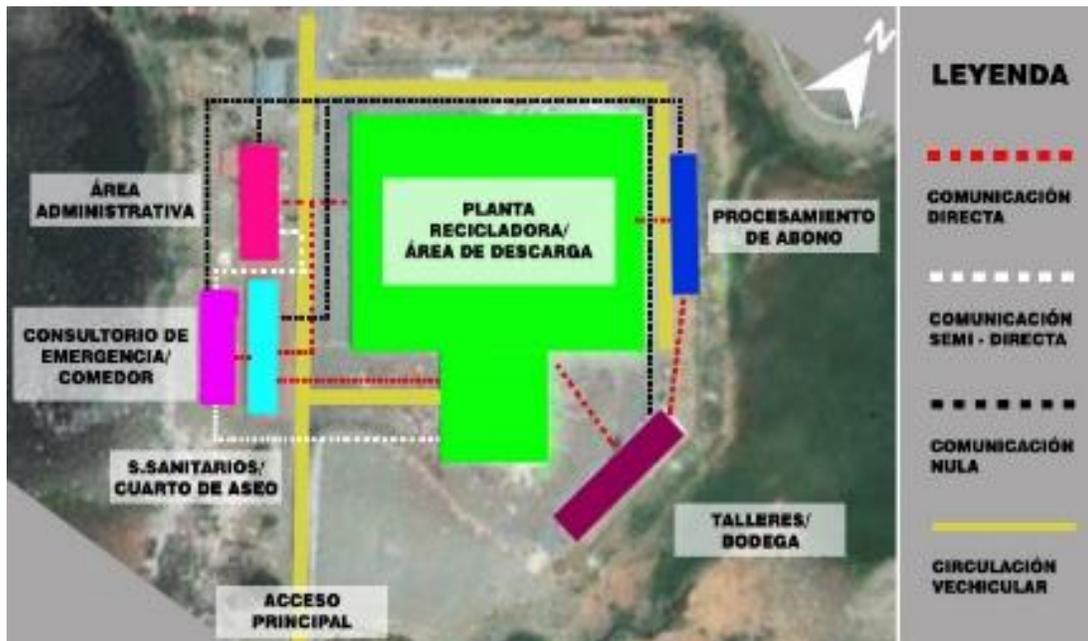


Figura 13. Comunicación de ambientes en planta recicladora. (2020). Fuente: Propia.

### 1.2.3.2.1.2. Análisis formal

#### Criterios compositivos

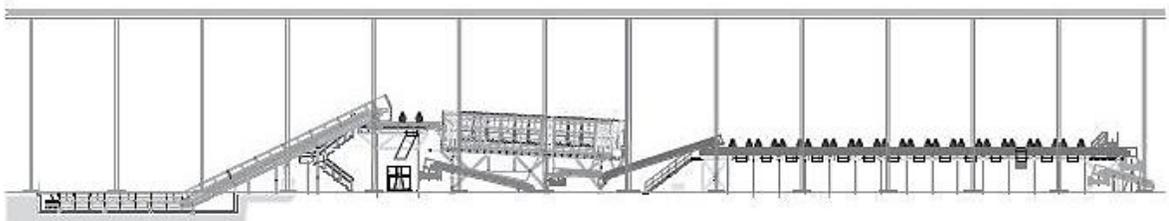
##### *Planta recicladora*

Es un espacio completamente abierto, sobre una losa de hormigón, con una estructura de pórticos metálicos, de sección variable con cubierta de chapa de acero galvanizada, cerchas metálicas y su cerramiento de zinc galvanizado.

Destaca por su asimetría con un área central rectangular y dos laterales de diferentes proporciones. Una secuencia de columnas metálicas a cada 10 metros, con una continuidad de cerchas son las que crean el ritmo y la repetición en la infraestructura.



*Figura 14. Criterios compositivos planta recicladora. (2020). Fuente: Propia.*



*Figura 15. Recepción y carga, pretratamiento y triaje del subproducto. (2013). Fuente: [https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La\\_Transformacixn\\_del\\_Vertedero\\_de\\_La\\_Chureca.pdf](https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf)*

### **Área administrativa**

Diseño enmarcado en figuras geométricas como el rectángulo, lo que hace destacar la horizontalidad de la edificación, así como el ritmo y repetición de elementos que dan continuidad a las fachadas laterales, por medio de ventanas que permiten una adecuada iluminación de los ambientes. Esto hace que prevalezca de igual manera la simetría como criterio compositivo y que se aprecie un ligero contraste entre el acabado de su cerramiento y la cubierta de techo.



*Figura 16. Composición arquitectónica de área administrativa. (2020). Fuente. Propia*

### **Caseta de control**

Infraestructura simétrica, de reducido tamaño, con elementos que dan la sensación de un ritmo simple y donde el contraste se logra entre los materiales de cerramiento y sus acabados.



*Figura 17. Composición arquitectónica de caseta de control. (2020). Fuente. Propia*

### **Urbanización Villa “Guadalupe”**

Los criterios compositivos que se destacan en las viviendas son: jerarquía, asimetría, equilibrio, textura y adición. El eje de composición de la fachada principal tiende a la asimetría la que se encuentra definida por un elemento de mayor altura para jerarquizarla.

Las fachadas se encuentran enmarcadas en formas rectangulares y cuadradas, lo que hace destacar su horizontalidad, las ventanas fueron colocadas de manera que se genera una sensación de equilibrio y un orden visual y un contraste generado por las texturas de sus paredes.



*Figura 18. Criterios compositivos. (2020). Fuente: Propia*



*Figura 19. Escala Histórica. (2010). Fuente: <https://www.laprensa.com.ni/2010/05/03/nacionales/23466-suspenden-licitacion-de-obras-en-la-chureca>*

Las viviendas de la urbanización “Guadalupe” cuenta con 76 m<sup>2</sup> destinados para alojar a 4 personas y sus ambientes son: 3 habitaciones, área de lavandería, servicios sanitarios, pasillos, Sala, Cocina y porche.



Figura 20. Escala física. (2020). Fuente: Propia

### 1.2.3.2.1.3. Análisis estructural

A continuación, se presenta una tabla que resumen los materiales utilizados en cada una de las tipologías que conforman el proyecto “Planta Recicladora Acahualinca”:

- Planta recicladora

<b>Estructura</b>	<b>Materiales</b>	<b>Imagen</b>
<i>Estructura de soporte</i>	Pórticos metálicos	
<i>Cerramientos</i>	No posee	No posee
<i>Estructura de techo</i>	Acero	
<i>Cubierta de techo</i>	Lámina de zinc galvanizada	

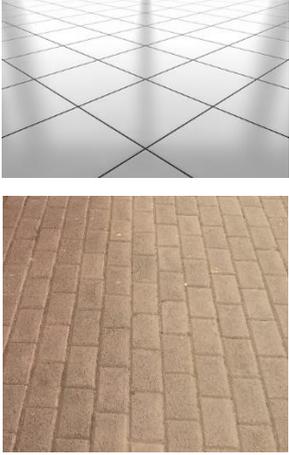
Estructura	Materiales	Imagen
<i>Materiales y acabados</i>	Piso: Adoquines	

*Tabla 10. Análisis estructural de planta recicladora. (2020). Fuente: Propia*

- Administración, caseta de control, comedor y consultorio de emergencia

Estructura	Materiales	Imagen
<i>Estructura de soporte</i>	Columnas de concreto	
<i>Cerramientos: Paredes, muros de contención</i>	Bloque, cemento	

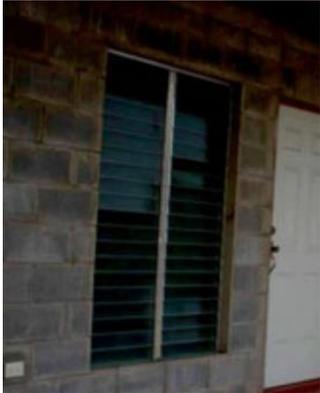
<b>Estructura</b>	<b>Materiales</b>	<b>Imagen</b>
<i>Estructura de techo</i>	Perlines metálicos	
<i>Cubierta de techo</i>	Lámina de zinc	
<i>Materiales y acabados</i>	Puertas: Madera	
	Ventanas: Estructura metálica, Vidrio	

<b>Estructura</b>	<b>Materiales</b>	<b>Imagen</b>
	Pisos: ladrillo y cerámica blanca	

*Tabla 11. Análisis estructural de administración. (2020). Fuente: Propia.*

- Urbanización “Villa Guadalupe”

<b>Estructura</b>	<b>Materiales</b>	<b>Imagen</b>
<i>Estructura de soporte</i>	Columnas de concreto	
<i>Cerramientos: Paredes, muros de contención</i>	Bloque, cemento, Acero	

<b>Estructura</b>	<b>Materiales</b>	<b>Imagen</b>
<i>Estructura de techo</i>	Perlines metálicos	
<i>Cubierta de techo</i>	Lámina de zinc	
<i>Materiales y acabados</i>	Puertas: Madera	
	Ventanas: Estructura metálica, Vidrio	

Estructura	Materiales	Imagen
	<p>Pisos: ladrillo, adoquines, pisos rojos.</p>	

*Tabla 12. Análisis estructural de urbanizadora "Villa Guadalupe". (2020). Fuente: Propia*

### **Instalaciones eléctricas**

Las precarias instalaciones eléctricas con que contaban las viviendas de La Chureca, suponían elevadas caídas de tensión y riesgo de cortocircuitos (TRAGSA, 2013). Con el fin de mejorar la calidad de vida de la población, se suministró energía de calidad, segura y confiable, a cada una de las viviendas de la nueva urbanización, así como de alumbrado público a las zonas comunes.



*Figura 21. Luminaria pública. (2014). Fuente: [https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La\\_Transformacixn\\_del\\_Vertedero\\_de\\_La\\_Chureca.pdf](https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf)*

### **Instalaciones hidrosanitarias**

Así mismo la urbanización fue dotada del suministro de agua potable por medio de una red de PVC enterrada en zanjas, provista de válvulas de control e hidrantes, hasta las acometidas domiciliarias, contando con 2,954.25 m lineales de red de agua potable. Con esto se eliminó la extracción de agua de pozos no aptos para consumo humano y un conjunto de subredes irregulares para el abastecimiento de agua que existía anteriormente en este lugar. (TRAGSA, 2013)

### 1.2.3.2.2. Modelo internacional relleno sanitario “ANTANA”

El relleno sanitario ANTANAS o también conocido como Parque Tecnológico Ambiental ANTANAS está ubicado a 13 km de la ciudad en las afueras de la ciudad de Pasto (Colombia), en la vía que lleva a Buesaco y posee aproximadamente 100 hectáreas de terreno.



Figura 22. Conjunto del relleno sanitario ANTANAS. (2013).

Fuente: <http://reciduosdepasto.blogspot.com/2013/09/blog-post.html>.

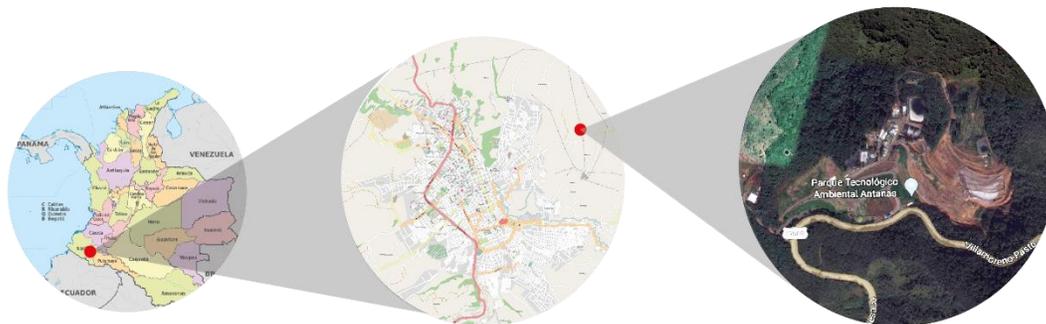
El relleno sanitario cuenta con tres vasos, cada uno con diferente vida útil. El primero fue diseñado para 8 años, el segundo para 12 años y el tercero para 13 años.

Datos generales	
Inicio de operación	2001
Vida útil	33 años
Inversión	US\$ 1.200.000
Nivel de cobertura	42 municipios
Población beneficiaria	500,000.00
Área total	100 hectáreas
Área intervenida	30 Hectáreas
Captación de desechos diarios	Más de 250 toneladas diarias
Otros atractivos	Campos deportivos de futbol, área de recreación para niños, viveros forestal, senderos,

Tabla 13. Tabla de datos generales del relleno sanitario "ANTANAS". (2020). Fuente: Propia.

El relleno sanitario ANTANAS es de propiedad de la empresa metropolitana de aseo EMAS Pasto, la que ofrece los servicios de: recolección, barrido, transporte y disposición final de los residuos para la ciudad.

### **Macro y Micro localización**



*Figura 23. Macro y Micro localización. (2020). Fuente: Propia*

#### **1.2.3.2.2.1. Análisis Funcional**

### **Zonificación del relleno sanitario “Antanas”**

El relleno sanitario está dividido en cinco zonas cada una con actividades específicas a desarrollar, a continuación, se presenta una zonificación y los ambientes que se encuentran en cada una de estas:

Zona-1: entrada, báscula, juegos infantiles, cancha deportiva, sala ambiental y administración, fuente, baño y estacionamientos.

Zona-2: mirador, planta desgasificadora, almacén, bodega, baños y residuos hospitalarios.

Zona-3: laguna de excesos, laguna de igualación, laguna facultativa, planta eléctrica, caseta de máquinas, reactor lodo activos, área de secado de lodo, planta físico química, sedimentador,



*Figura 24. Zonificación del relleno sanitario ANTANAS. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística*

cuarto frío, desarenador, sulfidogénico, laguna de almacenamiento, tanque regulador, laguna de maduración, caudalímetro y celdas de seguridad.

Zona-4: sendero ecológico, vivero, planta de compostaje, bascula<sup>2</sup> y reservorio.

Zona-5: zona de disposición, caseta de bombeo, reactor UASB, laguna de excesos y río Bermúdez.

### Accesos

El relleno sanitario ANTANAS, cuenta con un único acceso que está localizado al sur del terreno sobre la pista Villa Moreno-Pasto.

El acceso al sitio se realiza por un portón de estructura metálica de doble abatimiento el que conecta con una calle de doble vía. Contiguo al acceso principal se encuentra la plataforma de la báscula con su respectiva caseta de control.

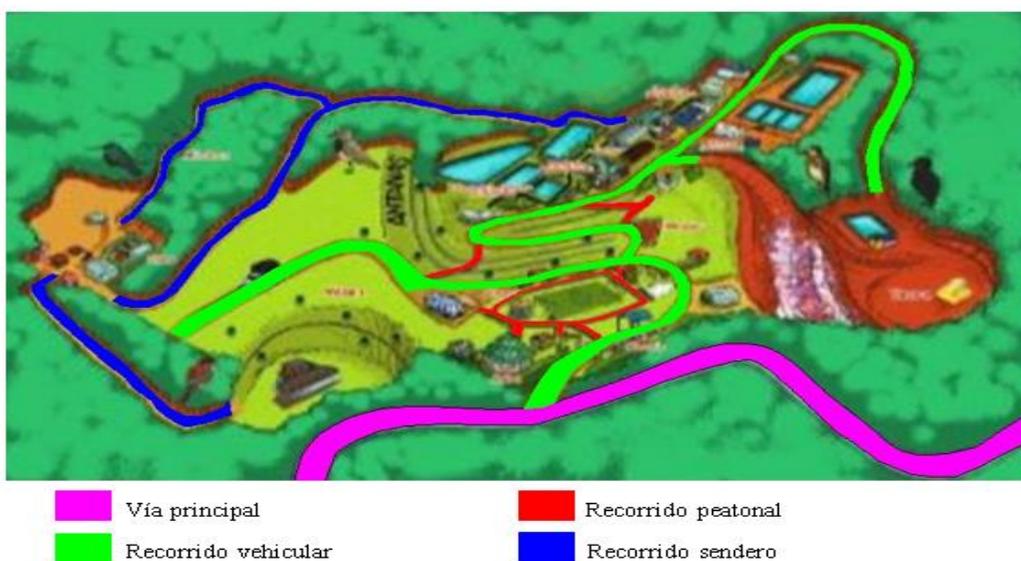


*Figura 25. Accesos. (2020). Fuente: Propia*

## **Circulación**

La circulación no es lineal, los recorridos que comunican cada una de las zonas que componen este complejo son sinuosos, formando recorridos curvos que se adaptan a la topografía del terreno.

Dentro del conjunto existen tres tipos de recorridos internos, uno vehicular, otro peatonal y el que es por senderos. Entre los recorridos peatonal y vehicular se observan algunos cortes o intersecciones, que se dan por la conexión de los mismos. La mayoría de estos recorridos suelen ser de tierra, no poseen ningún tipo de revestimiento.



*Figura 26. Circulación interna. (2020). Fuente: Propia*

### **1.2.3.2.2. Análisis formal**

#### **Zonas**

- Zona N°1

En la zona 1 la infraestructura que destaca es la perteneciente a la administración definida en su fachada por un juego de volúmenes que da jerarquía al edificio, sin perder la horizontalidad del mismo, pues no son de gran altura. Las ventanas añaden cierto ritmo a la fachada, la cual a su vez se visualiza sobria, manteniendo el uso de la línea y las formas geométricas simples.

La caseta de control de forma rectangular, simétrica y mantienen el ritmo que generalmente se visualiza en la disposición de sus ventanas. El resto de infraestructuras conservan estas mismas características.



*Figura 27. Vista a Administración (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística*



*Figura 28. Vista a caseta de báscula. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística*

- Zona N° 2

La zona 2, se encuentra la Planta Descalificadora, Almacén y Bodega, poseen formas simples, generalmente rectangulares, con caídas a dos aguas, son espacios completamente simétricos, de líneas ortogonales que permite mantener la sobriedad de sus fachadas, así como su carácter de horizontalidad.



*Figura 29. Vista a zona N° 2. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística*

- Zona N° 4

En la zona 4, la infraestructura que destaca es la de los viveros, contenidos en una planta rectangular, donde se ubican diferentes especies de plantas, la estructura es sencilla, sin paredes como cerramientos, con techo de lona a dos aguas, manteniendo la horizontalidad del resto del conjunto.



*Figura 30. Vista a Vivero. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística*

- Zona N° 5

En esta zona jerarquiza las infraestructuras de la caseta de bomba y el reactor UASB, con una disposición rectangular y en forma de L en sus plantas, lo que crea un eje de simetría en sus fachadas, se mantiene un rito simple por el uso de ventanas, así como el contraste que se da por la utilización de textura y color en sus paredes y en la cubierta de techo.



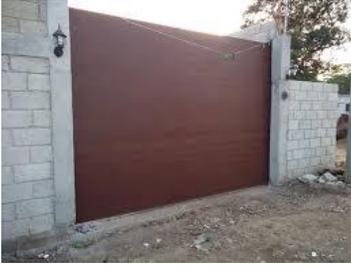
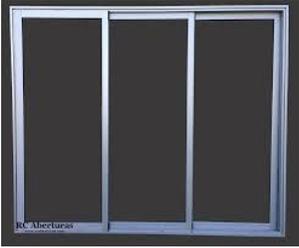
*Figura 31. Vista a caseta de bomba y Reactor UASB. (2020). Fuente: Parque Temático Ambiental ANTENAS señalización turística.*

### 1.2.3.2.2.3. Análisis estructural

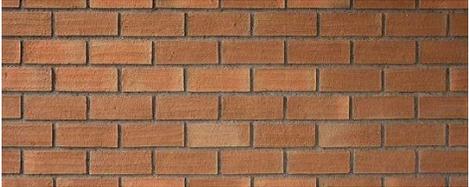
A continuación, se presenta una tabla que resumen los materiales utilizados en cada una de las tipologías que conforman el proyecto el “Relleno sanitario ANTANAS”:

Estructura	Materiales	Imagen
Cerramiento	Ladrillo de barro cocido	
Estructura de techo	Acero (perlín) “Planta Descalificadora, Almacén y Bodega”	
	Bambú “caceta de máquinas, sedimentador”	

Estructura	Materiales	Imagen
		
Cubierta de techo	Lámina de zinc troquelada “Planta descalificadora, almacén, bodega, garita, caseta de control de bascula 1”	
	Lamina de zinc ondulada traslucida “caceta de máquinas, sedimentador”	
	Lona “ viveros”	

Estructura	Materiales	Imagen
	Losa de techo aligerada “reactor UASB”	
Acabados	Puerta de madera “sala ambiental, bodega”	
	Puertas metálicas “almacén, reactor UASB, caseta de bomba”	
		
	Ventanas: corredizas, fijas y dobles. “sala ambiental – administración,”	

*Propuesta de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina, departamento de Masaya, con una vida útil de 8 años.*

Estructura	Materiales	Imagen
	cacera de bascula, bodega”	
		
Acabados	Textura	
	Piso de concreto	

*Tabla 14. Tabla de materiales de construcción. (2020). Fuente: Propia*

### 1.2.3.3. Aspectos a retomar de los modelos análogos

A continuación, se presenta una tabla que resumen los aspectos que se retoman de los modelos análogos presentados para el proyecto del nuevo relleno sanitario del municipio de Catarina.

<b>Análisis</b>	<b>Modelo Nacional</b>	<b>Modelo Internacional</b>
Análisis Funcional	Ubicación del acceso principal cercano a la báscula y oficina de pesaje.	
	Retomar ambientes para el adecuado funcionamiento del Relleno Sanitario como: el área administrativa, cuarto de saneamiento, bodegas y área de clasificación.	Retomar ambientes para el adecuado funcionamiento del Relleno Sanitario como: los viveros, planta de compostaje y laguna de lixiviados.
	Distribución lineal del conjunto.	
Análisis Formal	Disposición de formas cuadas y rectangulares en el diseño de diferentes infraestructuras.	
	Ritmo y repetición logrado por la disposición de puertas y ventanas.	
Análisis Estructural	Uso de estructura metálica en planta de clasificación.	Uso de perfiles metálicos para la estructura de techo.
	Sistema constructivo de mampostería confinada para el resto de ambientes.	

*Tabla 15. Aspectos a retomar de modelos análogos. (2020). Fuente\_ Propia.*

#### 1.2.3.4. Programa arquitectónico

A continuación, se enlistan las zonas, ambientes y sub-ambientes con los que contará el Relleno Sanitario de Catarina, de acuerdo al estudio de modelos análogos y al análisis del Marco legal.

Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
1	Pública	Obra exterior	Vivero	Vivero	6	5.96	35.76	12	429.12		
			Área verde diseñada	Área verde diseñada	4.48	6	26.88	6	161.28		
	Semi-pública	Garita de seguridad	Área de seguridad	Oficina	2.79	2.59	7.23	1	7.23	Escritorio/Computador/Archivero/Papelera/Impresora	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos
			Recámara	Recámara	2.79	1.4	3.91	1	3.91	Cama	Cama Unipersonal

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Semi-pública	Garita de seguridad	Servicio sanitario	Servicio sanitario	3.99	1.56	6.22	1	6.22	Inodoro/Lavamanos/Estante de vidrio/Papelera/Objetos decorativos	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos
		Estacionamientos		Público	2.7	5.8	15.66	4	62.64	Vehículos livianos	Respetar el espacio destinado
				Privado	3	5.8	17.4	1	17.4		Respetar el espacio destinado
				Maquinaria	11	10	110	1	110	Vehículos pesados, bobcat	Respetar el espacio destinado

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Semi-Pública	Administración	Recepción	Lobby	2.68	4.44	12	1	12	Sillón/Mesa/Tv/ Mueble para Tv/Objeto decorativo/Papelera	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/objetos decorativos
Área de información al usuario				4.88	2.47	12	1	12	Escritorio/ Objetos decorativos/ Computador/ teléfono/ archiveros/ lockers/Papelera.	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos	
Administración			Oficina del Admón. general	2.96	3.61	11	1	11	Escritorio/ Objetos decorativos/ Computador/ teléfono/ archiveros/ lockers/Papelera.	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos	

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Semi-pública	Administración		Oficina de trabajo conjunta	4.96	6	30	1	30	Escritorio/Objetos decorativos/Computador/teléfono/archiveros/lockers/Papelera.	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos
				Sala de juntas	4.21	5.6	25	1	25	Mesa de junta/Sillas/Tv/Mueble de tv/Objetos decorativos/Pizarra de exposición/Papelera	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos
			Servicio	Servicio Sanitario	2.49	1.91	5	1	5	Inodoro/Lavamanos/Estante de vidrio/Papelera	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objeto decorativo

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Semi-pública	Administración		Cocineta	3.49	3.6	13	1	13	Cocina/Refrigerador/Cafetera/Microondas/Bancas/Top/Encimeras/Basurera	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objeto decorativos
				Cuarto de aseo	2.49	1.51	4	1	4	Estantes/Lampazos/Escobas/Productos de limpieza/Papeleras	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos
4	Privada	Saneamiento	Servicio sanitario	S.S. Hombres	3.09	4.5	13.91	1	13.91	Inodoro/Lavamanos/Papelera/Espejo	Utilizar cerámica antiderrapante
				S.S. Mujeres	3.09	4.5	13.91	1	13.91	Inodoro/Lavamanos/Papelera/Espejo	Utilizar cerámica antiderrapante
			Lockers	Lockers Hombres	4.5	1.66	7.47	1	7.47	Lockers de madera	Utilizar cerámica antiderrapante

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Privada	Saneamiento		Lockers Mujeres	4.5	1.66	7.47	1	7.47	Lockers de madera	Utilizar cerámica antiderrapante
			Duchas	Duchas Hombres	4.9	3.52	17.25	1	17.25	Plato de duchas/Grifo de ducha	Utilizar cerámica antiderrapante
				Duchas Mujeres	4.9	3.52	17.25	1	17.25	Plato de duchas/Grifo de ducha	Utilizar cerámica antiderrapante
			Área de descanso	Área de descanso	xxx	xxx			0	Mesas de picnic de madera	
			Bodegas	Bodega de enseres	3.99	4.05	16.16	1	16.16	Estanterías	Utilizar cerámica antiderrapante
5		Báscula	Báscula	Plataforma de báscula			0	0	Rampa	Báscula sobre el piso	

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
6	Privada	Báscula	Oficina	Oficina	3.99	4.34	17.3166	1	17.32	Escritorio/Computador/Archivero/Papelera/Impresora/Mueble de vidrio	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos
				S.S.	3.99	1.53	6.10	1	6.10	Inodoro/Lavamanos/Papelera/Espajo/Objetos decorativos	Uso opcional: Mobiliario/Vegetación interna/Objetos decorativos
		Planta de clasificación	Carga y descarga	Carga y descarga	9	4.45	40.05	1	40.05	Piso de concreto	
			Clasificación de desechos	Clasificación de desechos	6.29	11	69.19	1	69.19	Piso de concreto	
			Bodegas	Bodega de desechos para vidrios	4.46	3.95	17.62	1	17.62	Piso de concreto	

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	<b>Privada</b>	Planta de clasificación		Bodega para desechos plásticos	4.46	3.95	17.62	1	17.62	Piso de concreto	
				Bodega para desechos metálicos	4.46	3.95	17.62	1	17.62	Piso de concreto	
			Área de objetos temporales	10.73	11	118.03	1	118.03	Piso de concreto		
			Bodegas	Bodega de herramientas 1	5.3	3.95	20.94	1	20.94	Piso de concreto	
				Bodega de herramientas 2	5.3	3.95	20.94	1	20.94	Piso de concreto	

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
7	Privada	Área de disposición final	Trincheras	Trinchera 1	37.2	22	818.4	1	818.4	Geomalla	Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos
				Trinchera 2	37.6	22.2	834.72	1	834.72	Geomalla	Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos
				Trinchera 3	38.2	22.5	859.5	1	859.5	Geomalla	Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos
				Trinchera 4	38.8	23.22	900.936	1	900.936	Geomalla	Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos
				Trinchera 5	39.6	23.2	918.72	1	918.72	Geomalla	Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos
				Trinchera 6	40.4	23.6	953.44	1	953.44	Geomalla	Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Privada	Área de disposición final		Trinchera 7	41.4	24.1	997.74	1	997.74	Geomalla	Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos
Trinchera 8				31.4	25.8	810.12	1	810.12	Geomalla	Calculada para llenarse en 9 meses. Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos	
Trinchera 9				20.8	20.9	434.72	1	434.72	Geomalla	Para desechos clínicos. Cubrir con manto de tierra los desechos sólidos	
			Incinerador	Incinerador	5.02	2.55	12.00	1	12.000	Incinerador/Tubo de escape	Precauciones internas y externas/ Recomendación: Uso del sitio por horas de la tarde.
				Bodega de desechos clínicos temporales	5.02	1.56	9.00	1	9.00	Barriles de plástico de 55gl	Precauciones internas y externas

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
		Área de disposición final		Área de combustible	1.9	1.35	2.57	1	2.57	Torre metálica/Tanque de combustible metálico	Precaución externa
8	Privada	Planta de tratamiento de lixiviado	Laguna	Laguna de tratamiento 1			0	1	0		Mantener el flujo de bombeo constante
				Laguna de tratamiento 2			0	1	0		Mantener el flujo de bombeo constante
			Cuarto de bombas	Cuarto de bombas			0	1	0	Bombas hidroneumáticas	Mantenimiento constante de maquinaria.
9		Planta de creación de abono orgánico (Lombrihumus)	Área de pre compostaje	Área de pre compostaje	10	10	100	1	100	Piso de concreto	Evitar crecimiento de bacterias

Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Privada	Planta de creación de abono orgánico (Lombrihumus)	Área de compostaje	Planta de compostaje 1	20.69	14.16	292.97	1	292.97	Camas de mampostería confinada/Pila de lixiviado	Utilizar cerramiento de polimalla en el perímetro de la estructura para evitar plagas/Mantener humedad óptima (no menor de 80%) para el proceso de compostaje/ Atención a lombrices.
				Planta de compostaje 2	8.4	9.17	77.03	1	77.028	Camas de mampostería Confinada/Pila de lixiviado	Utilizar cerramiento de polimalla en el perímetro de la estructura para evitar plagas/Mantener humedad óptima (no menor de 80%) para el proceso de compostaje/ Atención a lombrices.

<b>Programa arquitectónico – Relleno sanitario de Catarina 2020.</b>											
N°	Zona	Sub-zona	Ambiente	Sub-ambientes	Dimensiones			Cantidad	Área total (m <sup>2</sup> )	Mobiliario	Observación
					Largo (m)	Ancho (m)	Áreas (m <sup>2</sup> )				
	Privada	Planta de creación de abono orgánico (Lombrihumus)		Área de secado y pesado de humus	8.4	6.16	51.74	1	51.74	Báscula quintalera	Definir medida de venta
			Almacenamiento	Almacenamiento de productos líquidos	8.88	9.05	32.00	1	32.00	Barriles de plástico de 55gl	Definir medida de venta
				Almacenamiento de sacos	3.53	9.05	41.00	1	41.00	Polines metálicos	Evitar exceso de humedad y plagas
10		Cisterna de agua potable	Cisterna de agua potable	Cisterna de agua potable	4	4.19	16.76	1	16.76	Cisterna/Tuberías PVC	Área restringida
<b>TOTAL</b>							<b>8937.2377</b>	<b>74</b>	<b>9511.9777</b>		

Tabla 16. Programa arquitectónico de relleno sanitario de Catarina 2020. (2020). Fuente: Propia.

### 1.2.3.5. Análisis funcional del Relleno Sanitario del Municipio de Catarina

#### 1.2.3.5.1. Diagrama de funcionamiento, interrelaciones y zonificaciones

En el desarrollo del proyecto se realizaron diagramas de funcionamiento y de interrelaciones, para determinar el vínculo entre los distintos ambientes presentes en el nuevo relleno sanitario, tomando en cuenta la circulación lineal propuesta; además se elaboraron zonificaciones para distribuir los ambientes dentro de las infraestructuras y del conjunto, siendo este un método de organización para identificar cuanto espacio abarcará dentro de cada área.

A continuación, se presentan unas figuras que detallan de manera organizada los ambientes y sub-ambientes de cada infraestructura y conjunto, que conforman el proyecto del nuevo relleno sanitario del municipio de Catarina.

#### ▪ Conjunto

Diagrama de funcionamiento

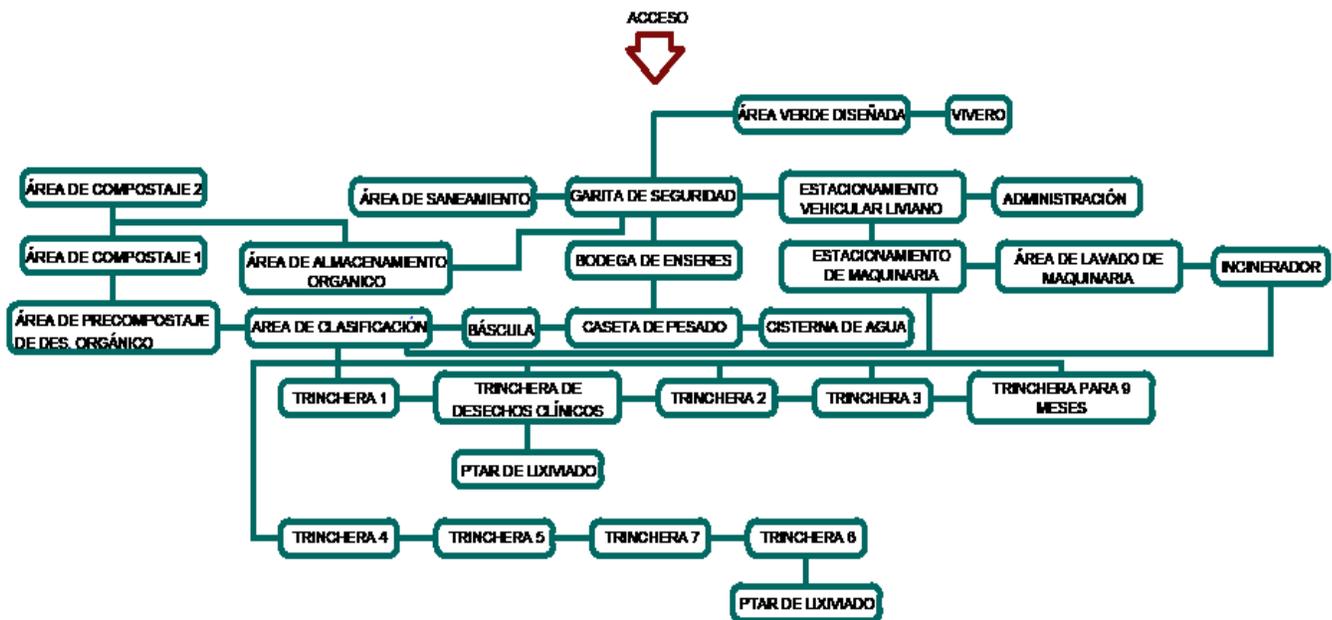


Figura 32. Diagrama de funcionamiento de conjunto. (2020). Fuente: Propia.

Diagrama de interrelación



Figura 33. Diagrama de interrelación conjunto. (2020). Fuente: Propia.

Zonificación

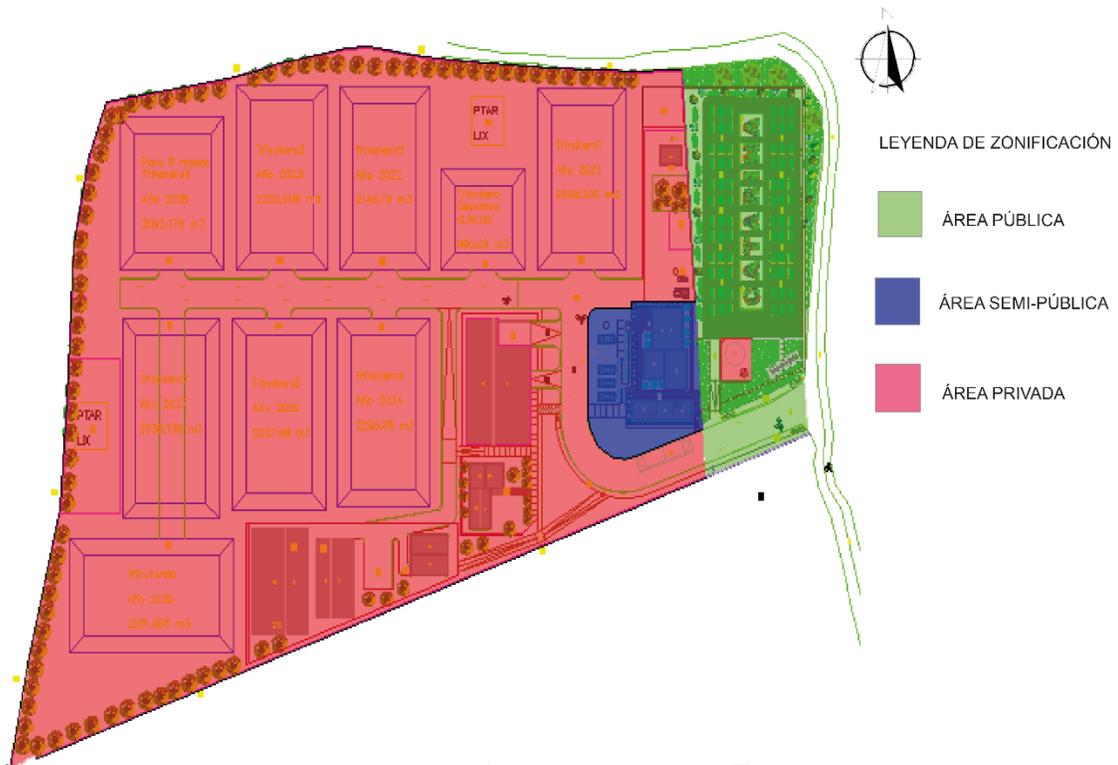


Figura 34. Zonificación de conjunto. (2020). Fuente: Propia

- Oficina de seguridad – Bodega – Oficina de pesaje

Diagrama de funcionamiento



Figura 37. Diagrama de funcionamiento de Oficina de seguridad, pesaje y bodega. (2020). Fuente: Propia.

Diagrama de interrelación

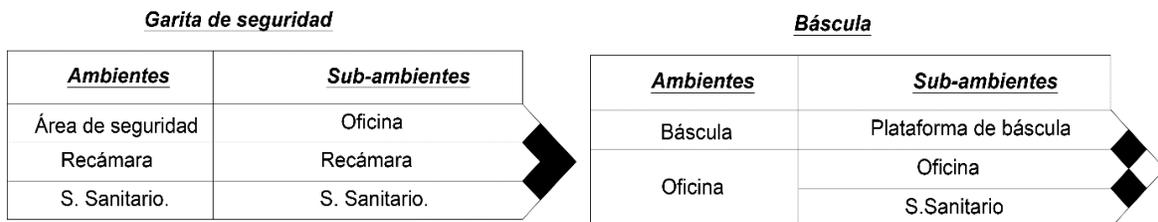


Figura 36. Diagrama de interrelaciones de oficina de seguridad, pesaje y bodega. (2020). Fuente: Propia.

Zonificación



Figura 35. Zonificación de oficina de seguridad, pesaje y bodega. (2020). Fuente: Propia.

▪ **Área administrativa**

Diagrama de funcionamiento



Figura 38. Diagrama de funcionamiento de área administrativa. (2020). Fuente: Propia.

Diagrama de interrelación

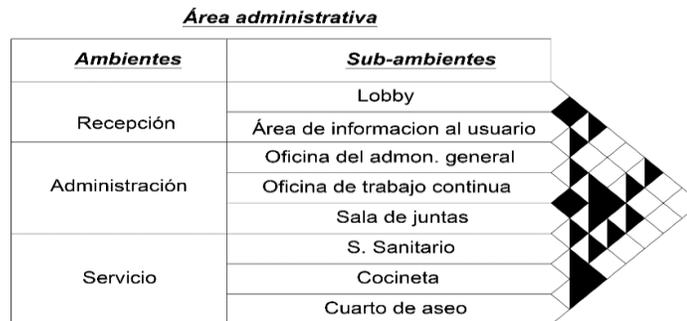


Figura 40. Diagrama de interrelaciones área administrativa. (2020). Fuente: Propia

Zonificación



Figura 39. Zonificación área administrativa. (2020). Fuente: Propia.

▪ **Incinerador**

Diagrama de funcionamiento

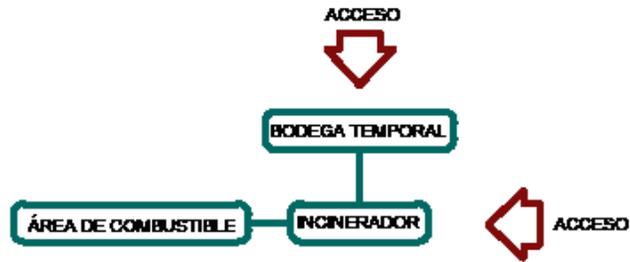


Figura 43. Diagrama de funcionamiento de incinerador. (2020). Fuente: Propia

Diagrama de interrelación

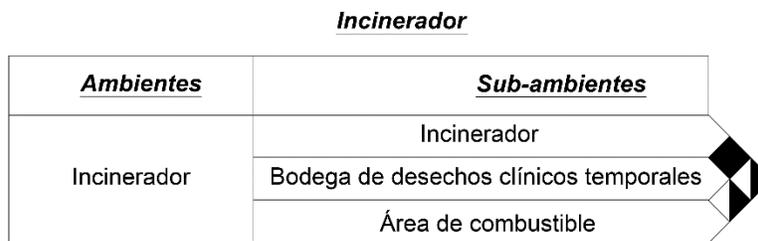


Figura 42. Diagrama de interrelaciones incinerador. (2020). Fuente: Propia.

Zonificación

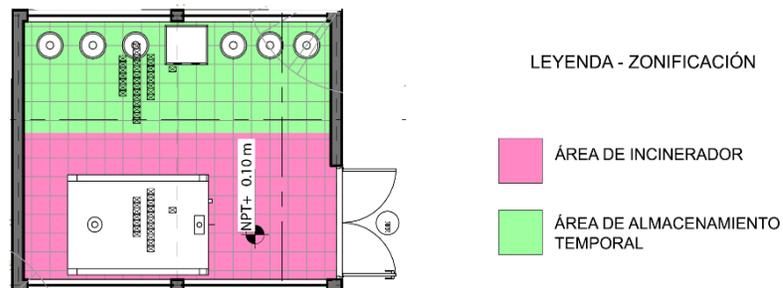


Figura 41. Zonificación de incinerador. (2020). Fuente: Propia.

▪ Área de clasificación

Diagrama de interrelación

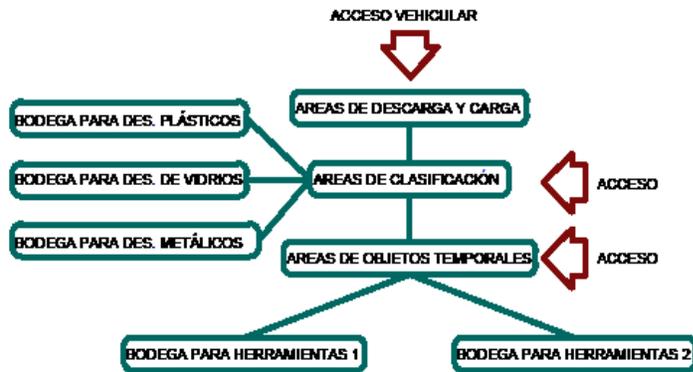


Figura 44. Diagrama de funcionamiento área de clasificación. (2020). Fuente: Propia.

Diagrama de interrelación

**Planta de clasificación**

<u>Ambientes</u>	<u>Sub-ambientes</u>
Carga y descarga	Carga y descarga
Clasificación de desechos	Clasificación de desechos
Bodegas	Bodega de desechos para vidrio
	Bodega de desecho para plástico
	Bodega de desechos para metal
Área de objetos temporales	Área de objetos temporal
Bodegas	Bodega de herramientas 1
	Bodega de herramientas 2

Figura 46. Diagrama de interrelación área de clasificación. (2020). Fuente: Propia.

Zonificación

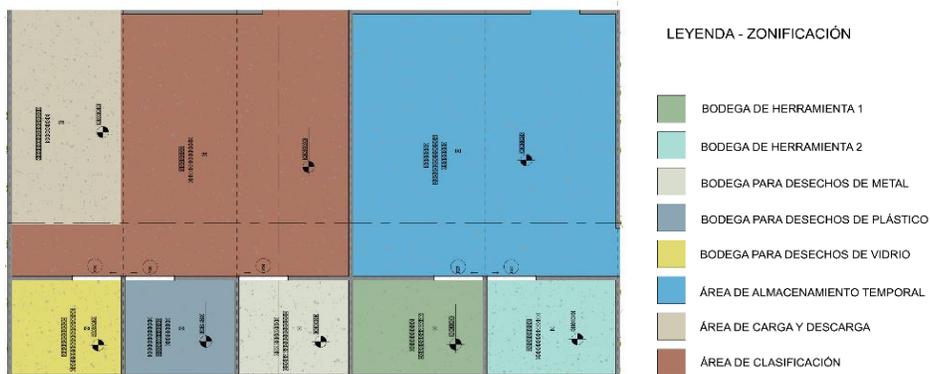


Figura 45. Zonificación área de clasificación. (2020). Fuente: Propia.

▪ Área de saneamiento

Diagrama de interrelación



Figura 47. Diagrama de funcionamiento área de saneamiento. (2020). Fuente: Propia.

Diagrama de interrelación

**Área de saneamiento**

<b>Ambientes</b>	<b>Sub-ambientes</b>
S. Sanitario	S.S. Hombres
	S.S. Mujeres
Lockers	Lockers Hombres
	Lockers Mujeres
Duchas	Duchas Hombres
	Duchas Mujeres
Área de descanso	Área de descanso
Bodegas	Bodega de enseres

Figura 49. Diagrama de interrelaciones área de saneamiento. (2020). Fuente: Propia.

Zonificación

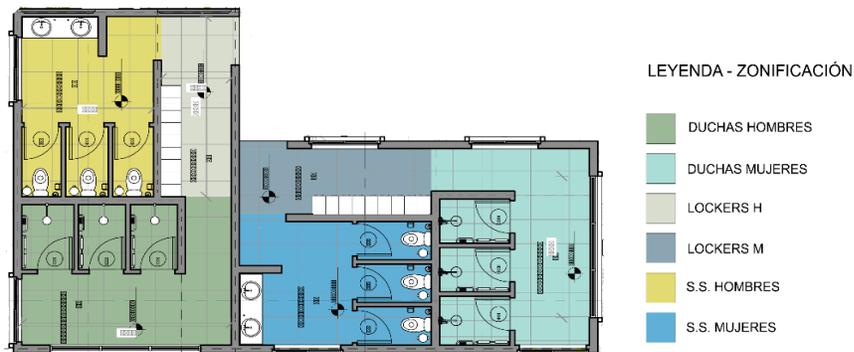


Figura 48. Zonificación área de saneamiento. (2020). Fuente: Propia

▪ Bodega, Lombri humus 1 y Lombri humus 2

Diagrama de interrelación

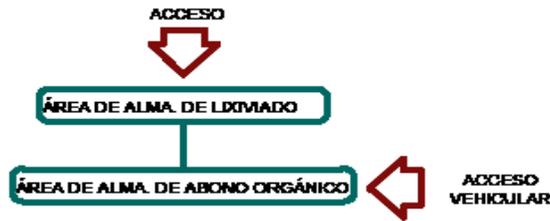


Figura 50. Diagrama de funcionamiento Bodega. (2020). Fuente: Propia

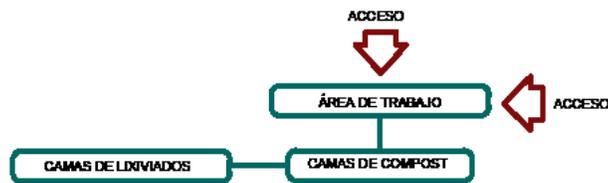


Figura 53. Diagrama de funcionamiento Lombri humus 1. (2020). Fuente: Propia



Figura 52. Diagrama de funcionamiento Lombri humus 2. (2020). Fuente: Propia.

Diagrama de interrelación

**Lombri humus**

<b>Ambientes</b>	<b>Sub-ambientes</b>
Área de precompostaje	Área de precompostaje
Área de compostaje	Planta de compostaje 1
	Planta de compostaje 2
Almacenamiento	Área de secado y pesado de humus
	Almacenamiento de productos líquidos
	Almacenamiento de sacos

Figura 51. Diagrama de interrelación Bodega y Lombri humus 1 y 2. (2020). Fuente: Propia.

## Zonificación



Figura 54. Zonificación bodega. (2020). Fuente: Propia

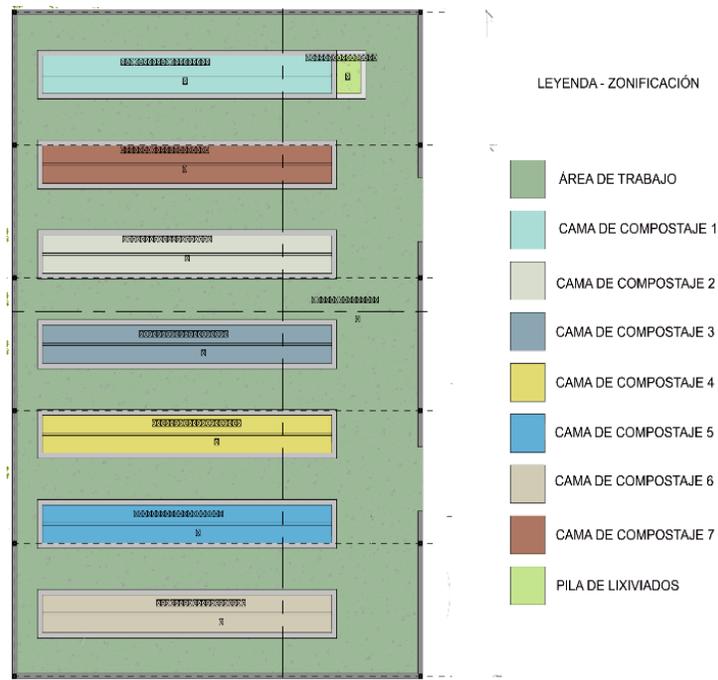


Figura 55. Zonificación Lombr humus 1. (2020). Fuente: Propia

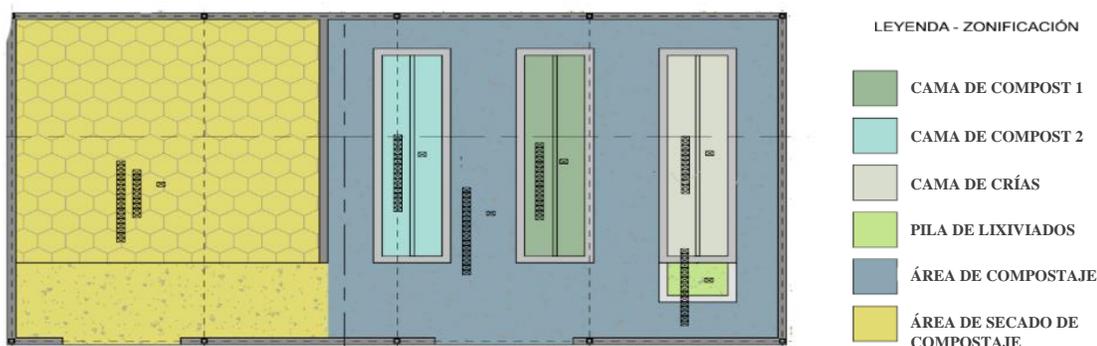


Figura 56. Zonificación *Lombri humus 2.* (2020). Fuente: Propia

### 1.2.3.6. Análisis conceptual del relleno sanitario del Municipio de Catarina

El proyecto presenta un análisis conceptual donde se tomarán aspectos importantes que aportarán al desarrollo de este, tales como conceptos generadores, que determinarán los criterios compositivos que destacaran en las fachadas y vistas en planta, por tanto, se tomarán en cuenta dos conceptos que lleven a cabo el diseño de planta de conjunto y elevaciones de cada infraestructura.

Además, se determina el estilo arquitectónico que caracterizará el proyecto a través de elementos arquitectónicos y materiales de construcción empleados, y la propuesta cromática para implementar tonalidades neutras y marrones que encajen dentro del estilo seleccionado y genere un contraste con las áreas verdes del terreno.

#### 1.2.3.6.1. Concepto generador

- Distribución de la planta de conjunto del relleno sanitario del municipio de Catarina
- Concepto generador de elevaciones del relleno sanitario del municipio de Catarina.

## DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE CONJUNTO DEL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE CATARINA

### Imagen objetivo



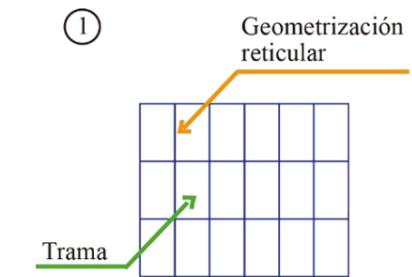
Figura 58. Punto de venta en Catarina. (2020). Fuente: Propia.

El municipio de Catarina se caracteriza por concentrar una variedad de viveros que permiten la exhibición y venta de plantas de todo tipo, esta es una de las actividades económicas por las que el municipio es conocido. Muchos de estos espacios aprovechan la topografía natural del terreno donde se localizan, otros se organizan de manera reticular con el fin de aprovechar el sitio y colocar la mayor cantidad de plantas para ser exhibidas.



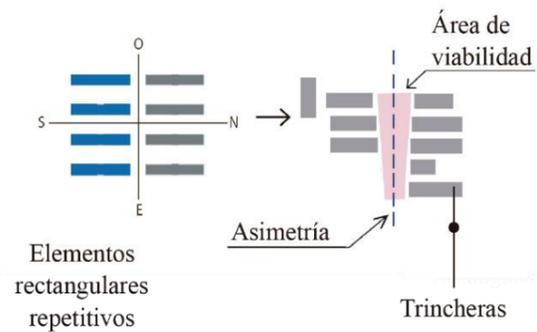
Figura 57. Vivero en Catarina. (2020). Fuente: Propia.

### Geometrización de la forma

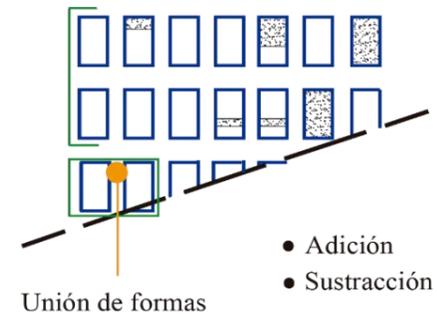


La forma de organización reticular ha sido el elemento inspirador para diseñar la planta de conjunto.

### 5 Área de trincheras y viabilidad

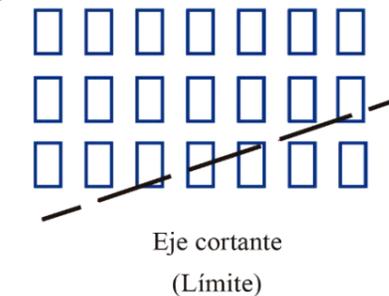


### 4

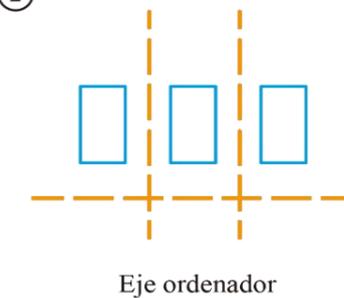


Esta forma permitirá adecuada alineación de las trincheras, como del sistema vial.

### 3

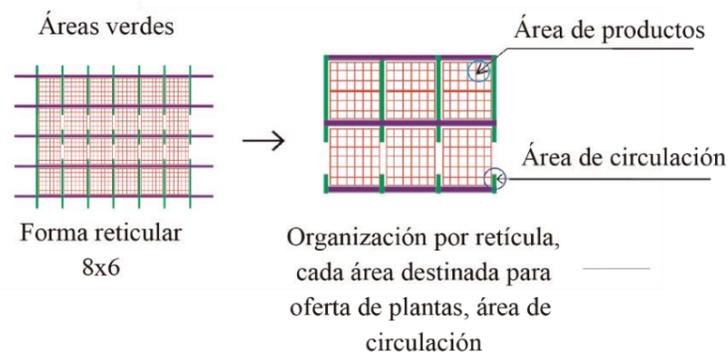


### 2

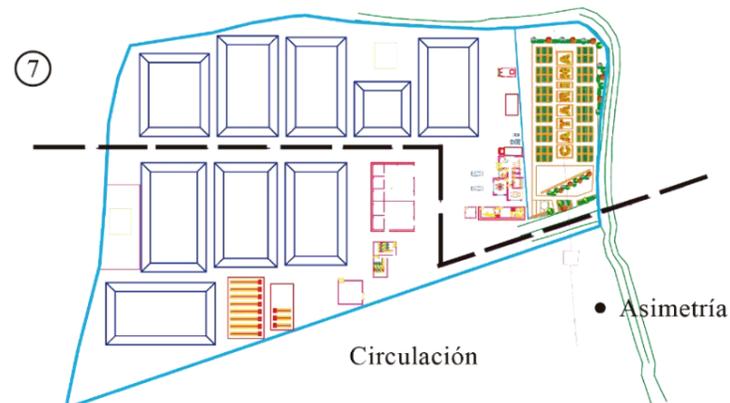


Se aprovecha el espacio en su máxima expresión, además se genera una sinergia por medio de recorridos lineales hacia cada una de las zonas que conforman el diseño.

### 6



### 7



El diseño presenta un recorrido asimétrico, donde las trincheras y áreas verdes diseñadas se organizan a sus laterales de manera reticular, generando un patron desde su entrada principal hasta la parte posterior del relleno sanitario.

## CONCEPTO GENERADOR DE ELEVACIONES DEL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE CATARINA



Figura 59. Vivero en Catarina. (2020). Fuente: Propia.

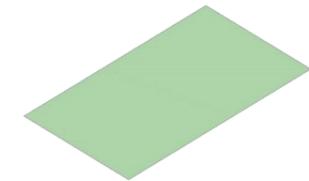
### Imagen objetivo

Para el diseño de las elevaciones la imagen objetivo ha sido otra de las maneras de exhibir las plantas y esta es por medio de escalones, que permite al comprador una observación panorámica del producto ofertado.

Estos escalones retoman la forma rectangular, permitiendo someter a los volúmenes que conforman las elevaciones a un proceso de modificación de la forma por medio de sustracción y adición de aristas que permiten el uso de líneas inclinadas para dar una sensación de movimiento al diseño y jerarquizar ciertos volúmenes de las fachadas.

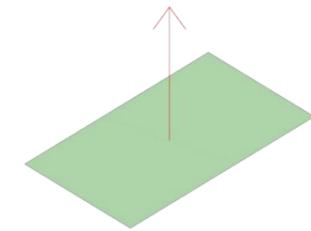
### Geometrización de la forma

①



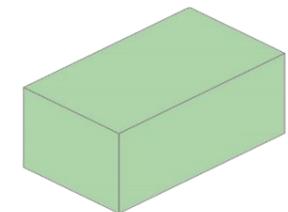
Forma rectangular de escalones

②



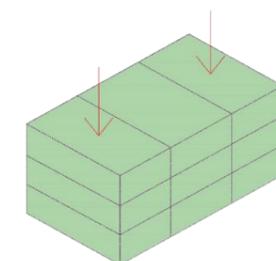
Adición a la forma rectangular

③



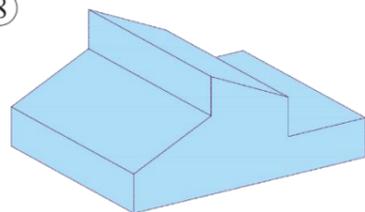
Volumen rectangular

④



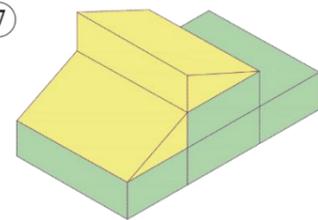
Aplicación de sustracción de la forma al volumen rectangular

⑧



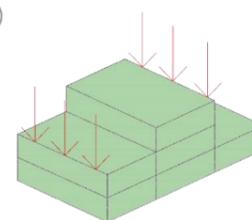
Volumen con forma base para la implementación de fachada

⑦



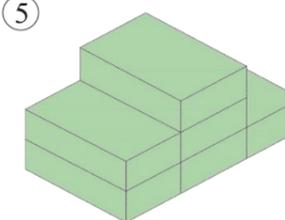
Volumen con las aristas ya sustraidas para entremezclar las formas triangulares y rectangulares

⑥



Aplicación de sustracción a las aristas

⑤



Volumen escalonado con formas rectangulares

### **1.2.3.6.2. Estilo arquitectónico**

El estilo seleccionado para el diseño de las fachadas de las diferentes infraestructuras del Relleno Sanitario de Catarina es el minimalista, donde se observa en primer plano la ortogonalidad del diseño, haciendo uso de líneas rectas que se combinan con ciertas líneas inclinadas para jerarquizar elementos de las fachadas. La simplicidad de este estilo logra destacar la belleza natural del entorno, dando protagonismo al medio ambiente que rodea el sitio.

El uso de formas puras, como cuadrados y rectángulos en la distribución de plantas permite maximizar el espacio y en elevación logra un carácter de sobriedad y estilización de las fachadas, brindando al diseño un carácter de sencillez, con una geometría recta y sin excesos.

La iluminación de los espacios es otra característica de este estilo, y se logra por el uso de ventanas de líneas geométricas que permite ambientes bien iluminados y ventilados y no claustrofóbicos y encerrados, evitando de esta manera la disonancia, la repetición y cualquier tipo de redundancia visual.

### 1.2.3.6.3. Propuesta cromática.

Es característica del estilo minimalista el uso de colores neutros, grises claros y ciertos tonos tostados que enmarquen detalles y den jerarquía al diseño, por lo que la paleta seleccionada para el proyecto del Relleno Sanitario de Catarina se limitó al uso de 3 tonalidades: **Deep Winter**, **Carina Gold** y **Elegant grey**, que forman parte de una variedad de paletas “**Color Expression**” que ofrece **Lanco Nicaragua**.

Logrando una monocromía en el diseño de las fachadas externas y ambientes internos sobrios al utilizar el tono Deep Winter que permitan destacar las características del estilo seleccionado para el proyecto y el uso del tono Carina Gold que logra jerarquizar ciertas fachadas y convertirlas en un punto focal del conjunto.

Así, mismo se consigue un contraste al enmarcar las ventanas con el tono Elegant Grey y al utilizar elementos como ménsulas de aluminio y láminas de policarbonato color gris humo.

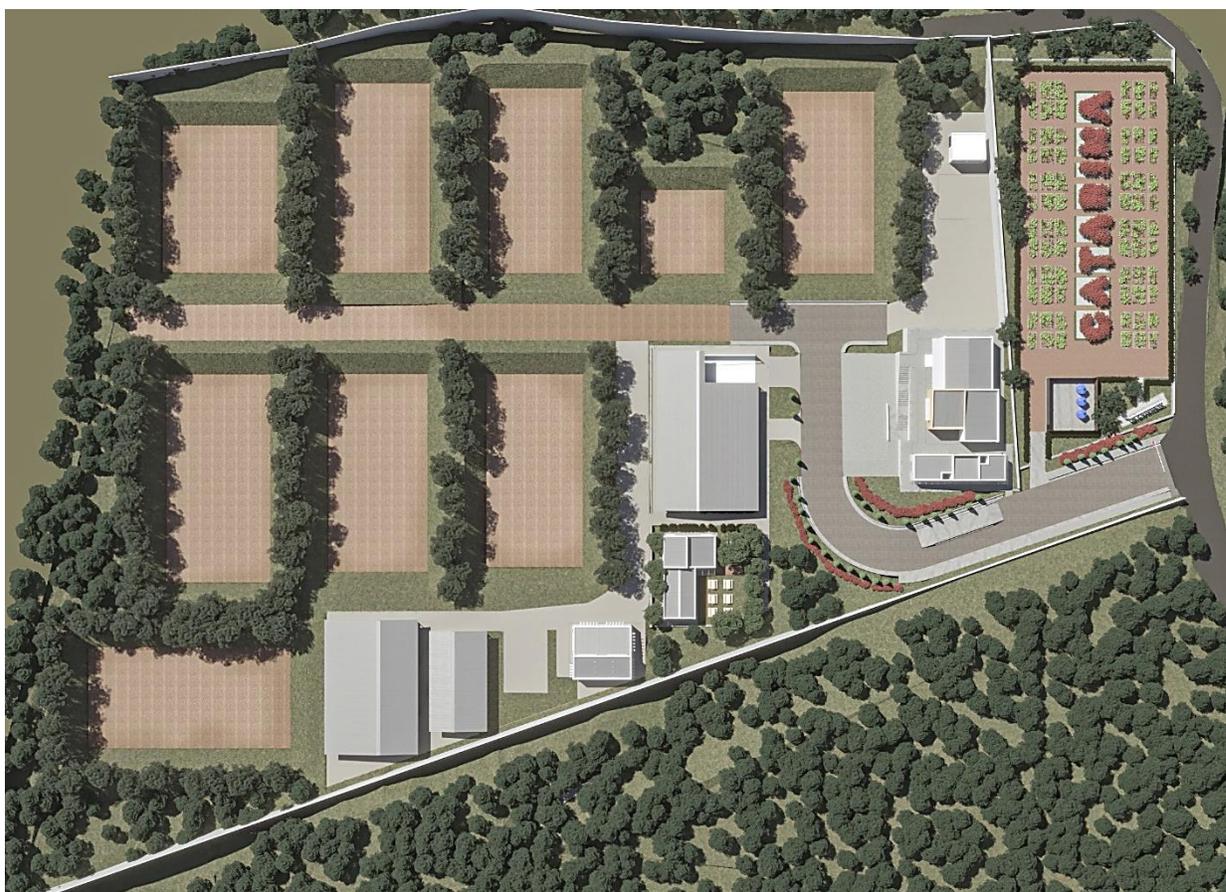


*Figura 60. Paleta de colores Lanco. Fuente: LANCO*

### 1.2.3.7. Propuesta arquitectónica

La propuesta arquitectónica del nuevo relleno sanitario, se proyecta como una solución acorde a la proporción de los residuos sólidos que genera el municipio de Catarina. Dicha propuesta cuenta con ambientes, tales como: vivero, área verde diseñada, oficina de seguridad, bodega de enceres, oficina de pesado de bascula, administración, planta de clasificación, área de saneamiento, bodega de abono orgánico, planta de compostaje 1, planta de compostaje 2 e incinerador.

- **Conjunto**



*Figura 61. Vista aérea de propuesta de relleno sanitario en Catarina. 2020. Fuente: Propia.*

*Propuesta de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina, departamento de Masaya, con una vida útil de 8 años.*

---



*Figura 62. Vista aérea de propuesta de relleno sanitario en Catarina. 2020. Fuente: Propia.*



*Figura 63. Área de trincheras de propuesta de relleno sanitario. 2020. Fuente: Propia.*

- **Área verde diseñada**

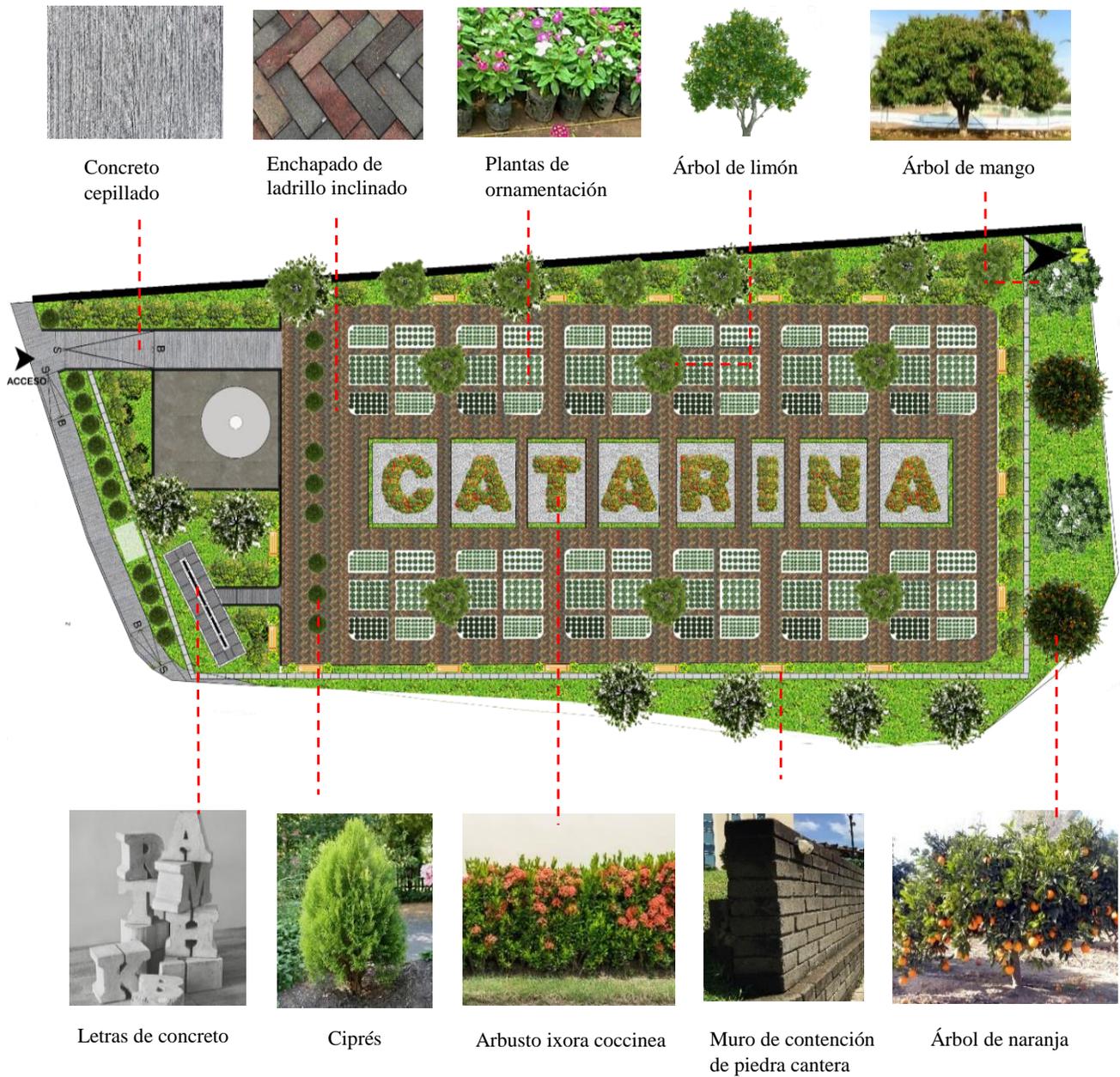
El área verde cuenta con un área total de 1,695.63 m<sup>2</sup> incluyendo el área de la cisterna. Posee un monumento de letras de concreto color blanco, una placa descriptiva de vidrio en base de concreto, 12 áreas reticulares de 7 x 8, de exposición y venta de plantas ornamentales y un jardín en con módulos que detallan por medio de ornamentación el nombre del municipio

Presenta acabados de piso de concreto cepillado en el acceso principal, piedra de río en el área modular del nombre del municipio y alrededor del monumento de letras de concreto, enchape de ladrillos inclinado en el área de desplazamiento interno de este y suelo natural en sus alrededores. Además, cuenta con una variedad de vegetación, tales como: árbol de mango, naranja, limón, arbustos ixoras, ciprés y grama maní forrajero.



*Figura 64. Área verde diseñada de propuesta de relleno sanitario en Catarina. 2020. Fuente: Propia.*

*Propuesta de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina, departamento de Masaya, con una vida útil de 8 años.*



▪ **Oficina de seguridad – Bodega – Oficina de pesaje**

Forman un solo modulo rectangular que comprende un área total de 51.29 m<sup>2</sup>, donde se distribuyen los siguientes ambientes: Oficina de seguridad, área de descanso, servicio sanitario, bodega, oficina de pesaje de báscula y servicio sanitario.

Cada uno de estos ambientes se ilumina y ventilan naturalmente y se colocaron elementos de protección solar en las fachadas donde incide más el sol. Tanto la oficina de seguridad, la bodega y la oficina de pesaje cuentan con su propio acceso, evitando de esta manera cualquier interferencia al momento de la circulación entre ambientes.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada, con una estructura de techo metálica y lámina de zinc galvanizada, acabados de piso de porcelanato blanco marmoleado mate para el área de oficina de seguridad y pesaje, piso de porcelanato woonde tile para área sanitaria, piso a base de mortero con acabado de tablilla de madera para el área de bodega, puertas de madera con plancha de vidrio y ventanas con perfiles de aluminio y plancha de vidrio. Y pintura, según la paleta “Color Expression” los tonos: Deep Winter en las fachadas y Elegant grey en las molduras de ventanas.



▪ **Área administrativa**

Área administrativa cuenta con un área total de 183.79 m<sup>2</sup>, y con ambientes tales como: oficina de responsable, oficina de trabajo continua, recepción, lobby, pasillo, sala de reunión, cocineta, cuarto de aseo y servicio sanitario. Cuenta con 3 accesos, 2 públicos y 1 privado.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada, con una estructura de techo metálica y lámina de zinc galvanizada, acabados de piso de azulejo 40 x40, Versilia Carrara, puertas de madera y metálicas con plancha de vidrio, ventanas con perfil de aluminio y plancha de vidrio y pintura, según la paleta “Color Expression” los tonos: Deep Winter y Carina Gold en las fachadas y Elegant grey en las molduras de ventanas, láminas de policarbonato color gris humo y ménsula de aluminio. También se encuentra vegetaciones ornamentales: grama maní forrajero, bambú chino y helecho rizado



Bloque de concreto



Azulejo versilia Carrara



Zinc galvanizado

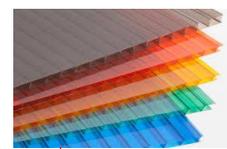


Lámina de policarbonato



Estantes de madera  
Y metálicos



Escritorio de trabajo  
conjunto



Puerta doble  
metálica con  
plancha de vidrio



Ménsula de aluminio

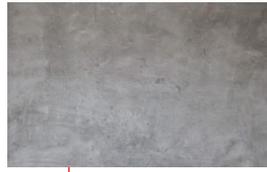
## Incinerador

Incinerador cuenta con un área total de 24.3 m<sup>2</sup>, y con ambientes tales como: área de incinerador y área de almacenamiento temporal, cuenta con un acceso.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada, con una estructura de techo metálica y lámina de zinc galvanizada, acabados de piso de mortero pulido, puerta doble con estructura de tubo metálico con cerramiento de malla ciclón, y pintura, según la paleta “Color Expression” el tono: Deep Winter en las fachadas.



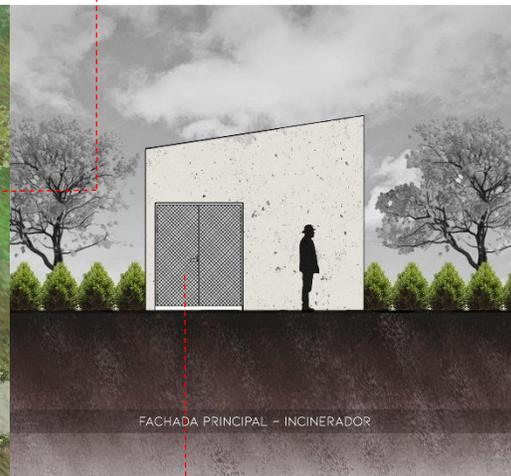
Bloque de concreto



Piso a base de mortero pulido



Container de ruedas



Minifalda de concreto  
y malla



Barriles plásticos



Puerta doble  
metálica con  
malla

▪ **Planta de clasificación**

Planta de clasificación cuenta con un área total de 366 m<sup>2</sup>, y con ambientes tales como: área de carga y descarga, área de clasificación de desechos, bodega de desechos de vidrio, bodega de desechos plástico, bodega de desechos de metal, área de almacenamiento temporal y bodega de herramientas 1 y 2. La infraestructura también cuenta con 4 accesos.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada con acabado de repello, con una estructura de techo metálica con tubo rectangular y cerchas, acabados de piso de concreto pulido, puertas corredizas con estructura de tubo metálico con cerramiento de malla ciclón.



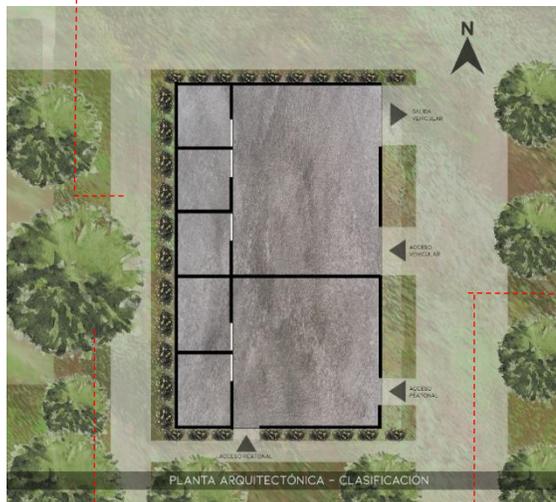
Bloque de concreto



Cercha metálica



Zinc galvanizado



Concreto pulido



Tubo rectangular



Malla ciclón



Tubo rectangular metálico

▪ **Cuarto de saneamiento**

El cuarto de saneamiento, posee con un área total de 75.67 m<sup>2</sup>, y sus ambientes son: lockers hombres, servicios sanitario hombre, duchas hombres, lockers mujeres, servicios sanitario mujeres, duchas mujeres. Esta infraestructura posee dos accesos.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada, con una estructura de techo metálica con lámina de zinc galvanizada, acabados de piso de porcelanato blanco marmoleado mate, puertas abatibles de madera, ventanas con perfil de aluminio y plancha de vidrio y pintura, según la paleta “Color Expression” los tonos: Deep Winter en las fachadas Elegant grey en las molduras de ventanas, láminas de policarbonato color gris humo y ménsula de aluminio.



▪ **Bodega**

Bodega cuenta con un área total de 80.62 m<sup>2</sup>, y con ambientes, tales como: almacenamiento de sacos y almacenamiento de productos líquidos, cada una de estas áreas cuenta con accesos independientes.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada, con una estructura de techo metálica y lámina de zinc galvanizada, acabados de piso de azulejo 40 x40, Versilia Carrara, puertas dobles de madera, ventanas con perfil de aluminio y plancha de vidrio y pintura, según la paleta “Color Expression” los tonos: Deep Winter en las fachadas y Elegant grey en las molduras de ventanas, láminas de policarbonato color gris humo y ménsula de aluminio.



Bloque de concreto



Azulejo versilia Carrara



Estantes metálicos

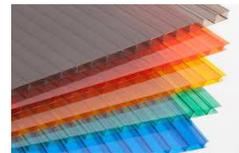
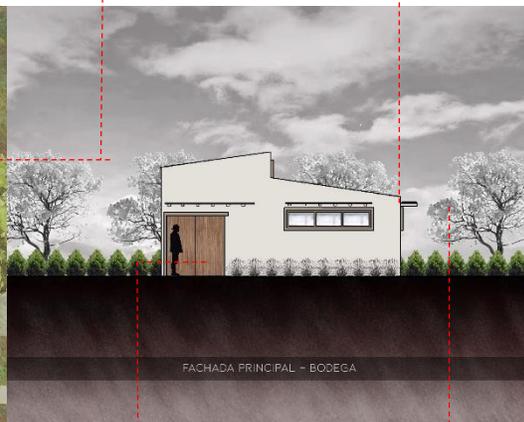


Lámina de policarbonato



Estantes metálicos  
y madera



Barriles plásticos



Puerta doble  
de madera



Ménsula de aluminio

▪ **Lombri humus 1**

La nave de lombrihumus-1, posee con un área total de 257 m<sup>2</sup>, y sus ambientes son: área de trabajo, cama de compostaje 1, cama de compostaje 2, cama de compostaje 3, cama de compostaje 4, cama de compostaje 5, cama de compostaje 6, cama de compostaje 7 y pila de lixiviado. Esta infraestructura posee dos accesos.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada con acabado de repello, con una estructura de techo metálica con tubo rectangular y cerchas, acabados de piso de concreto pulido.



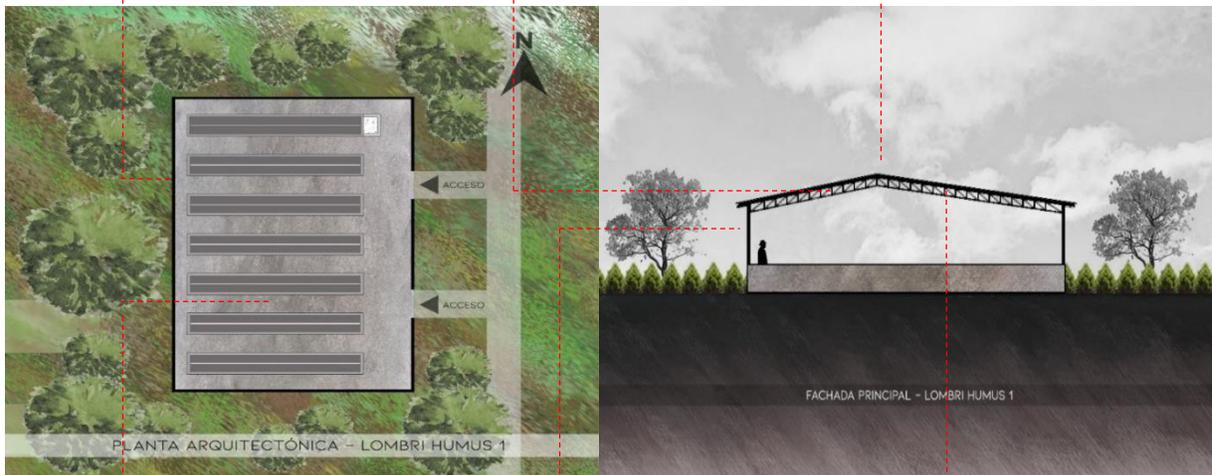
Bloque de concreto



Cercha metálica



Zinc liso



Concreto pulido



Tubo rectangular



Zinc galvanizado

▪ **Lombri humus 2**

La nave de lombrihumus-2, posee con un área total de 113 m<sup>2</sup>, y sus ambientes son: área de compostaje, cama de compostaje 1, cama de compostaje 2, cama de cría, pila de lixiviado y área de secado de compostaje. Esta infraestructura posee dos accesos.

El sistema constructivo propuesto para el cerramiento es mampostería confinada con acabado de repello, con una estructura de techo metálica con tubo rectangular y cerchas, acabados de piso de concreto pulido, puertas corredizas con estructura de tubo metálico con cerramiento de malla ciclón.



Bloque de concreto



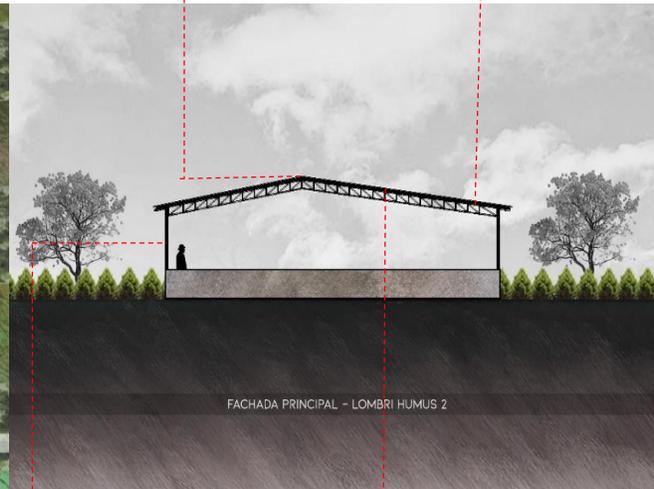
Piso hexagonal



Zinc liso



Cercha metálica



Concreto pulido



Tubo rectangular



Zinc galvanizado

#### **1.2.4. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO – ESTRUCTURAL.**

##### **1.2.4.1.Sistema constructivo.**

En los ambientes de Administración, bodega, incinerador, Lombri humus 1, Lombri humus 2, Planta de clasificación, Oficina de seguridad – bodega - control de pesaje y saneamiento se utilizó el sistema constructivo de mampostería confinada, este sistema se caracteriza por resistir cargas laterales, en este la mampostería está confinada por elementos de amarre de concreto reforzado.

De igual manera para las infraestructuras de muro perimetral y muro de soporte para monumento de letras se utilizó mampostería confinada.

##### **1.2.4.2.Materiales y equipos a utilizar.**

El proyecto del nuevo relleno sanitario municipal de Catarina contará con una variedad de materiales de construcción implementados en las diferentes infraestructuras emplazadas en el terreno, a continuación, una tabla de elementos y materiales.

<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Cimentaciones	Arena, grava, varilla de hierro y cemento	Zapatatas aisladas de concreto reforzado
Cerramientos	Bloques de concreto	Pared de mampostería de bloque de concreto de 15x20x40
Estructura de piso	Arena, grava, y cemento	Estructura de concreto
Estructura de techo	Clavadores a base de perlines	Perlines de 3 x 2
	Caja de perlines	Caja de perlines de 6 x 4

<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
	Cerchas metálicas a base de cajas de perlines	Según su ubicación
Techo	Lámina de zinc	Lámina ondulada galvanizado, calibre 26
Muro de contención	Piedra cantera	

*Tabla 17 Tabla de materiales. (2020). Fuente: Propia.*

#### **1.2.4.3. Proveedores de materiales y equipos a utilizar.**

Los proveedores de materiales para cada una de las etapas de construcción del relleno sanitario son:

FERROMAX

SINSA

CEMEX

FERRETERIA JENNY

FERRETERIA EL HALCÓN

#### **1.2.5. ESTUDIO VIAL**

##### **1.2.5.1. Criterio para el diseño de obra de infraestructura vial.**

A continuación, se describirá la metodología de trabajo que se desarrolló en la realización del diseño y cálculo de las obras de movimiento de tierra y vialidad para el proyecto del relleno sanitario.

**Datos básicos:**

Calle de Acceso al Relleno sanitario, su entrada se encuentra a 2 kilómetros de la Vía principal Masaya – Catarina.

Se ha realizado el diseño de la geometría vial de la calle de Acceso al Relleno sanitario, así como su acceso vial interno que conecta con cada trinchera.

El procedimiento que se llevó a cabo para realizar el diseño vial es el siguiente:

- 1. Creación de la base de datos del Proyecto que permita la generación de alineamientos Planimétrico y Altimétrico requeridos para la realización del diseño y proyección del aspecto vial.**
- 2. Generación y creación de los alineamientos Planimétrico y Altimétricos del proyecto.**

En el Aspecto Altimétrico, se procedió a la ejecución del Diseño y Proyección de la Altimetría correspondiente a la calle de acceso.

Como parte del Diseño y Proyección del aspecto altimétrico de la calle, se tuvo el cuidado de conservar en todo lo posible las elevaciones contenidas en los ejes de calles a manera de puntos obligados, los cuales fueron establecidos por los datos topográficos, cabe mencionar que se respetó el vado presente en la entrada, elevaciones que obedecen a las proyecciones de los niveles terminados de la infraestructura vial conjugadas con los niveles con que se proyectarán las superficies de rodamiento de las calles.

De igual forma se revisó la infraestructura vial delimitadora del área de rodamiento, determinándose que ésta obedece a un trazo enfocado en la obtención de una estética conjunta que armonice con todos los elementos que conforman la infraestructura, tales como los radios del proyecto como se explicó anteriormente, para lo cual se estableció un proceso de revisión de su operatividad y maniobra, de acuerdo al tipo de vehículo ancho de rodado disponible total en cada sitio de intersección.

El Proceso de Revisión descrito anteriormente conllevó a la utilización/aplicación de la metodología y documentación técnica contenida en el manual de la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATIONS OFFICIALS. (AASHTO), denominado simplemente como Manual para Diseño Geométrico Vial de la AASHTO, Edición 2004, para lo cual presentamos las dos situaciones más características que se pudiesen presentar con los tipos de vehículos que por lo general corresponden a los más típicos y utilizados como prototipo de vehículos de proyecto y que corresponden al vehículo liviano, denominado como AUTOMOVIL, y un segundo tipo que corresponde al camión Tipo C-2, y que a continuación se presentan.

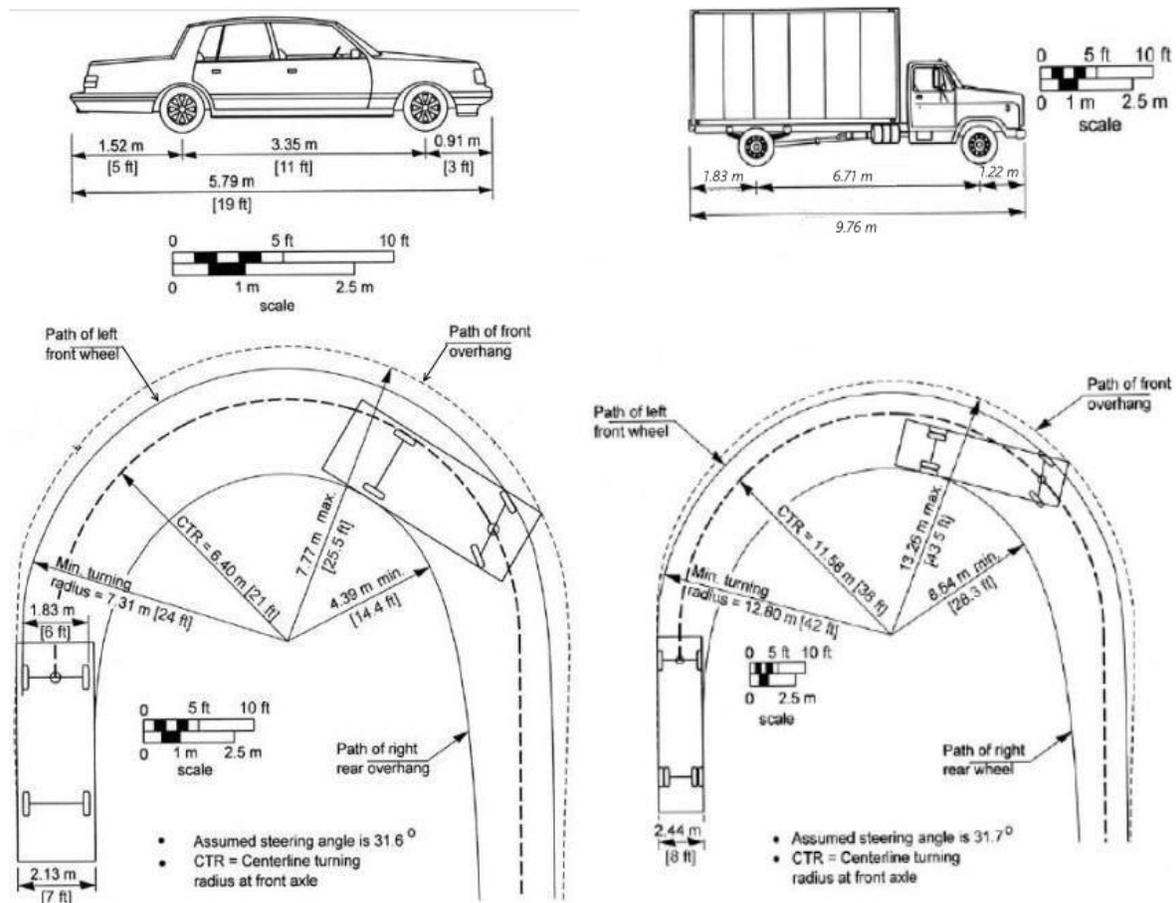


Figura 65. Arcos de giros exteriores e interiores. (2009) Fuente: AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATIONS OFFICIALS. (AASHTO),

Como se Observa en las figuras anteriores, para cada tipo de vehículo corresponden arcos de giros exteriores e interiores diferentes, girando el vehículo hasta el ángulo máximo de 180°; ambos arcos y la trayectoria del vehículo generan un ancho de rodado mínimo total disponible entre los arcos en cuestión.

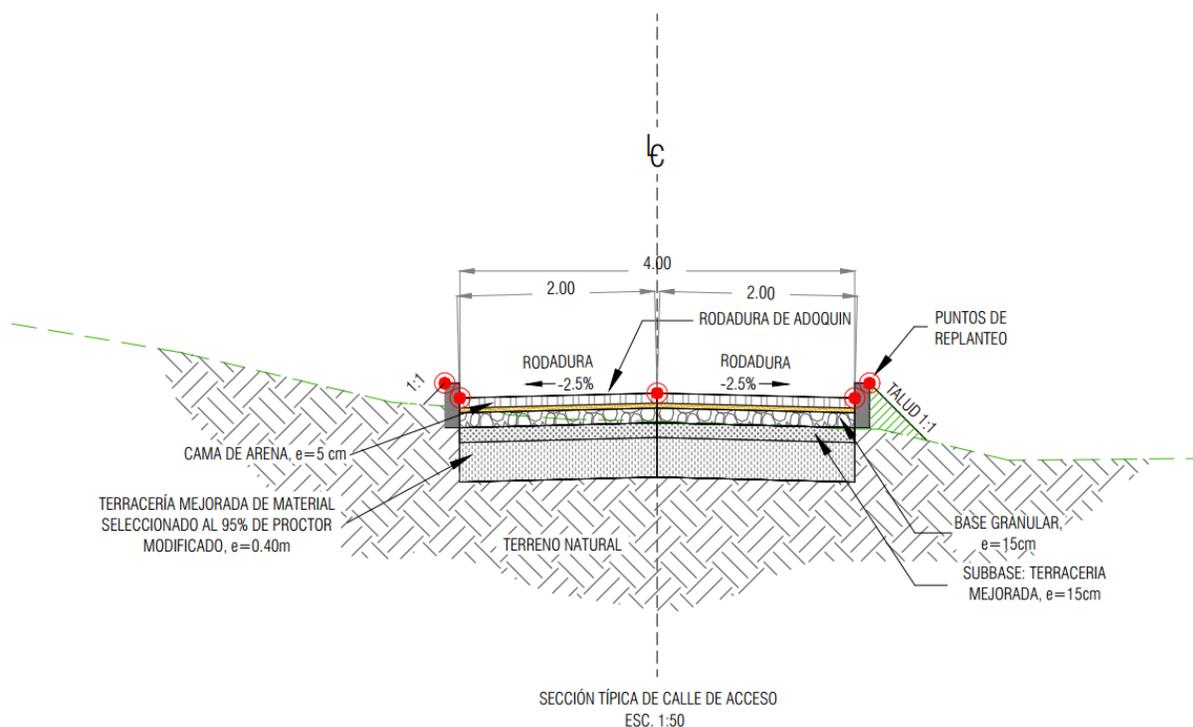
Para el caso de este Proyecto consideramos aplicar el tipo liviano y camión tipo C-2 como prototipo de vehículo de Proyecto, a partir del cual se realizará el proceso de revisión de la geometría vial de los arcos de giros en las intersecciones del proyecto.

Tomando como más crítico el camión tipo C-2, consideraremos lo siguiente:

- Ancho de sector circular para rodamiento (calle de acceso) = 3.4 m.
- Infraestructura de separación; Bordillos de concreto simple= 15x45 cm.
- Radios de Giro: 2.50m y 10m (giros en acceso).
- Pendiente Transversal en la modalidad de peralte externo 3%.

### **3. Generación y creación de las secciones de transversales del diseño que conformarán la estructura de pavimento.**

La Geometría de la sección transversal típica de construcción, se conformó a partir de los resultados que en el transcurso del desarrollo del proceso de establecimiento de los parámetros de Diseño se ha obtenido la Secciones Típica conforme los requerimientos, a continuación, se presenta de manera gráfica, la cual a manera de propuesta y recomendación se debe implementar en toda la trayectoria del acceso que conforma el Proyecto.



*Figura 66. Sección transversal típica de construcción. (020). Fuente: Propia*

**4. Elaboración de Planos Finales a nivel de diseño definitivo con sus respectivos detalles constructivos, comprendiendo dichos planos los siguientes tipos; Plano Carátula, Plano Topográfico, Planimetría, Altimetría, Replanteo, Planta-Perfil, Planos de Secciones de Construcción, Movimiento de Tierra y Sección Típica del proyecto.**

De igual forma y como parte de los trabajos desarrollados, a partir de los resultados que se obtuvieron en los acápites antes descritos, se procedió a la preparación y confección de los planos Panta-Perfil, Planos de Replanteo.

**5. Determinación del estimado de cantidades de obra de movimiento de tierra que implica la aplicación de las secciones de construcción establecidas lo cual conlleva la cuantificación de los volúmenes de material a mover en toda el área de trabajo, clasificados en los conceptos de obra de conformidad a las Especificaciones Generales Nic-2000, y que corresponden a los conceptos de; Excavación en la Vía (Corte),**

**Construcción de terraplén (Relleno), Material de Préstamo proveniente de Banco de Préstamo, Material de Desperdicio o material desechable en dependencia de la calidad del mismo; cantidades de sobre acarreo de Material de Préstamo de Banco consideradas como subsidiarias de los diferentes conceptos de obra, y otros en caso que existan.**

A continuación, se muestran los cálculos de Movimiento de Tierra Vial y su respectiva representación esquemática.



*Figura 67. Representación esquemática de movimiento de tierra. (2020). Fuente Propia.*

<b>Totals</b>				
	<b>2d Area (sq.m)</b>	<b>Cut (Cu. M.)</b>	<b>Fill (Cu. M.)</b>	<b>Net (Cu. M.)</b>
<b>Total</b>	13851.42	21499.50	8730.01	12769.49<Cut>

*Tabla 18 Volúmenes de corte y relleno. (2020). Fuente: Propia.*

## 1.2.5.2. Alineamiento horizontal

### Alineamiento Estaciones y Curvas

#### 1.2.5.2.1. Alineamiento: Eje\_1\_acceso\_principal

##### Datos de Tangente

Descripción	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial:	0+000	1333552.2782728013	708917.8407590924
Cad. Final:	0+035.21701993545431	1333532.3119430707	708946.8508292444

##### Datos de Tangente

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Longitud:	35.21701993545431	Rumbo:	S 55° 27'
			43.588061971586285" E

##### Puntos de la Curva

Descripción	Estación	Y	X
PC:	0+035.21701993545431	1333532.3119430707	708946.8508292444
RP:		1333549.2492820595	708958.5080397661
PT:	0+047.85514576578131	1333528.6895018157	708958.7518542518

##### Datos Curva Circular

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Delta:	108.4982	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	12.12		
Longitud:	22.96	Tangente:	6.525825861161517
Med-Ord:	0.9633972149458195	Externa:	1.010756246919547

Cuerda: 12.440115960747221 Rumbo: S 73° 04'  
14.764064025266634" E

Datos de Tangente

Descripción	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial:	0+047.09	1333528.6895018157	708958.7518542518
Cad. Final:	0+047	1333528.6903155355	708958.8204715924

Datos de Tangente

Parámetro	Parámetro	Valor
Longitud:	0.017	Rumbo: S 71° 30' 06" W

Datos de Tangente

Descripción	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial:	0+070.07	1318570.4063	599223.0850
Cad. Final:	0+095.34	1333513.8974	709026.8041

Datos de Tangente

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Longitud:	25.268	Rumbo:	0

**1.2.5.2.2. Alineamiento: Eje\_2\_acceso\_principal**

Datos de Tangente

Descripción	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial:	0+000	1318570.4063	599923.0850
Cad. Final:	0+026	1333547.95482	708914.6874

Datos de Tangente

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Longitud:	26	Rumbo:	N 90° 00' 00" W

### 1.2.5.2.3. Alineamiento: Acceso\_natural\_eje\_1

<u>Datos de Tangente</u>			
Descripción	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial: 0+000		1318592.2296	599747.9225
Cad. Final: 0+100.51		1333547.1977	708928.7502
<u>Datos de Tangente</u>			
Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Longitud:	100.51	Rumbo:	N 90° 00' 00" W

### 1.2.5.3. Alineamiento vertical

Alineamiento Vertical: RASANTE

Intervalo de Estaciones: Inicial: 0+000.00, Final: 0+157.74

PIV	Estación	Pend. Salida (%)	Longitud de Curva
0.00	0+000.00	8.05%	
1.00	0+004.69	-6.73%	
2.00	0+011.75	-7.90%	
3.00	0+013.55	10.33%	
4.00	0+015.38	6.00%	
5.00	0+050.24	0.80%	40.000m
<b>Información de la Curva Vertical: (Curvas en Cresta)</b>			
Estación PCV:	0+030.24	Cota:	352.481m
Estación PIV:	0+050.24	Cota:	353.681m
Estación PTV:	0+070.24	Cota:	353.841m
Punto Máximo:	0+070.24	Cota:	353.841m
Pend. Entrada(%):	6.00%	Pend. Salida(%):	0.80%
Dif. Alg. Pendiente(%):	5.20%	Factor K:	7.69371709896789
Long. de Curva:	40.000m		

	D.V. Rebase: 317.432m D.V. Parada: 147.826m		
6.00	0+112.00	-11.16%	15.000m
	Información de la Curva Vertical: (Curvas en Cresta)		
	Estación PCV:	0+104.50	Cota: 354.115m
	Estación PIV:	0+112.00	Cota: 354.176m
	Estación PTV:	0+119.50	Cota: 353.339m
	Punto Máximo:	0+105.50	Cota: 354.120m
	Pend. Entrada(%):	0.80%	Pend. Salida(%): -11.16%
	Dif. Alg. Pendiente(%):	11.96%	Factor K: 1.25458129359804
	Long. de Curva:	15.000m	
	D.V. Rebase:	136.836m	D.V. Parada: 63.084m
7.00	0+128.02	-0.50%	10.000m
	Información de la Curva Vertical: (Curvas en Columpio)		
	Estación PCV:	0+123.02	Cota: 352.946m
	Estación PIV:	0+128.02	Cota: 352.388m
	Estación PTV:	0+133.02	Cota: 352.363m
	Punto Mínimo:	0+133.02	Cota: 352.363m
	Pend. Entrada(%):	-11.16%	Pend. Salida(%): -0.50%
	Dif. Alg. Pendiente(%):	10.66%	Factor K: 0.938506466216924
	Long. de Curva:	10.000m	
	Distancia de Iluminación	28.427m	
8.00	0+157.74		

## **1.2.6. ESTUDIO ESTRUCTURAL**

### **1.2.6.1. Criterios para desarrollo de cálculos.**

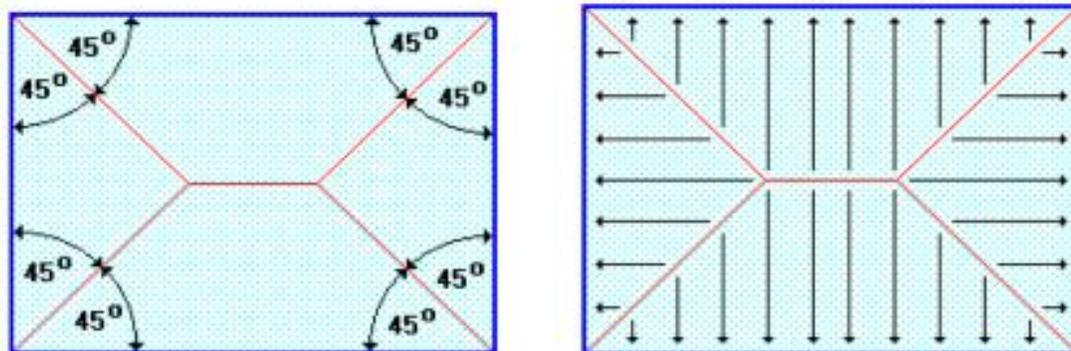
Para el desarrollo de la memoria de cálculo del diseño estructural de zapatas, vigas y columnas se utilizaron criterios que se detallaran a continuación:

#### **1.2.6.1.1. Para Columnas.**

##### **1) Cálculo de área tributaria**

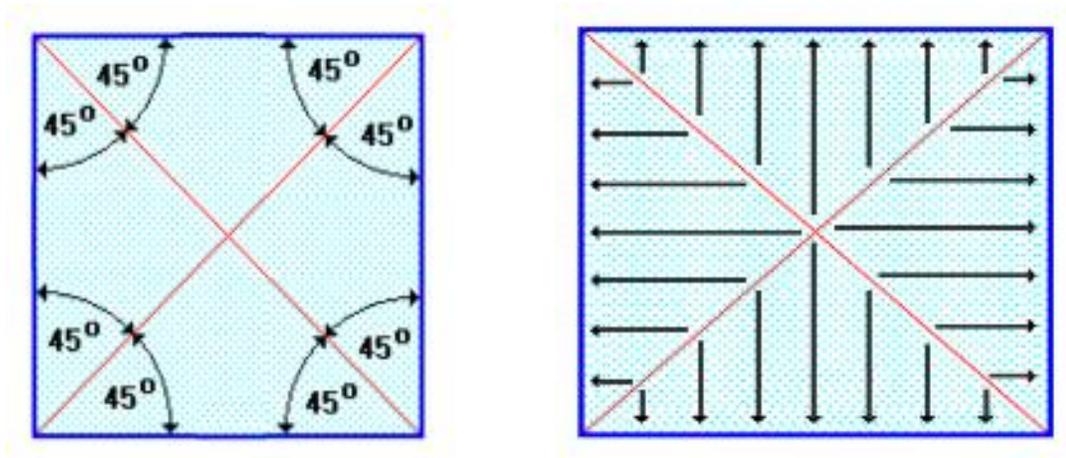
El área tributaria de dos elementos portantes se separa por las bisectrices de los ángulos que estos forman (Líneas de  $45^\circ$ ). Es decir, que las áreas tributarias en elementos que trabajan en dos sentidos tendrán forma trapezoidal en dirección al lado más largo del elemento analizado y forma triangular en el sentido corto de dicho elemento. Cuando las losas son simétricas, las áreas tributarias de las vigas serán triángulos.

Representación de cálculo de área tributaria y distribución de cargas para losas rectangulares realizado de Civil 3D.



*Figura 68. Representación de cálculo de área tributaria para losas rectangulares. (2020). Fuente: Análisis y distribución de cargas en losas de hormigón armado, Isaac Salazar.*

Cálculo de área tributaria y distribución de cargas para losas cuadradas.



*Figura 69. Representación de cálculo de área tributaria para losas cuadradas. (2020). Fuente: Análisis y distribución de cargas en losas de hormigón armado, Isaac Salazar.*

## 2) Cargas vivas unitarias kg/m<sup>2</sup>

DESTINO	MÁXIMA (CV)	INCIDENTAL (CVR)	Notas
Residencial (casas, apartamentos, cuartos de hoteles, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales)	200	80	(1)
Salones de clase: Escuelas primarias	250	150	
Secundaria y universidad	250	200	
Hospitales (salas y cuartos), Asilos, Centros de Salud y Clínicas	200	100	
Salas de Operación	400	150	
Oficinas: Despachos	250	100	(2)
Salas de Archivo	500	250	
Bibliotecas: Salones de Lectura	300	150	
Salón de Libros	600	400	
Lugares de Reunión: Salones de Baile, gimnasios, restaurantes, museos y Salas de juegos	400	250	
Auditorios, Cines, Templos: Sillas Fijas	350	250	
Sillas móviles	500	250	
Teatros: Vestíbulos	200	80	
Piso del escenario	700	350	
Graderías y tribunas	500	250	
Lugares de Comunicación para peatones (Pasillos, escaleras, rampas y pasajes de acceso libre al público);	500	250	(3)
Estadios y lugares para espectáculo provisto de gradas (desprovisto de bancas o butacas)	500	350	
Laboratorios	250	125	
Comercio: Ligero	350	300	(4)
Semi-pesado	450	400	(4)
Pesado	550	500	(4)
Fábrica y Talleres: Ligero	400	350	(4)
Semi-pesado	500	450	(4)
Pesado	700	600	(4)
Bodegas: Ligero	450	400	(4)
Semi-pesado	550	475	(4)
Pesado	650	550	(4)
Techos de losas con pendiente no mayor de 5%	100	40	(5)
Techos de losas con pendiente mayor de 5%	50	20	
Garajes y estacionamientos (para automóviles exclusivamente, altura controlada a 2.40 m)	250	150	(6)
Andamios y cimbra para concreto	150	100	
Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	400	200	

Tabla 19. Cargas vivas unitarias. (2007) Fuente: Reglamento Nacional de la Construcción.

CONCEPTO	PESO (kg/m <sup>2</sup> )
Zinc corrugado calibre 28	3.6
Zinc corrugado calibre 26	5.4
Zinc corrugado calibre 24	6.1
Asbesto cemento 5 mm tipo Tejalita	9
Asbesto Cemento o Fibrocemento, lámina ondulada 6 mm	18
Asbesto cemento autoportante tipo Canaleta	19
Autoportante tipo maxiplac	15
Teja de barro tipo española nacional, saturada. Nota: en techo de teja deberá añadirse 35 kg/m en líneas de cumbrera y de limatesas	50
Cartón asfáltico de 3 capas	35

Tabla 20. Cargas muertas unitarias. (2007) Fuente: Reglamento Nacional de la Construcción.

### **Arto 26 RNC-07 Evaluación de la fuerza sísmica horizontal.**

La fuerza sísmica horizontal que debe resistirse se determinará según la siguiente expresión:

$$F_s = c * W_0$$

Donde:

F<sub>s</sub>: Fuerza cortante actuando a nivel basal.

c: Coeficiente de diseño para la fuerza sísmica cuyo valor se calcula según el método de análisis sísmico empleado.

W<sub>0</sub>: Carga o peso total del edificio.

### **3) Carga Ultima**

$$C_u = 1,7(CM + CV)$$

#### 4) Coeficientes sísmicos.

Zona	Tipo de suelo	Muros de concreto o de mampostería de piezas macizas			Muros de mampostería de piezas huecas			Estructuras sin diafragma rígido Altura de la construcción (m) Menor o igual a 3
		Altura de la construcción (m)			Altura de la construcción (m)			
		Menos de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	Menos de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	
A	I	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.09
A	II	0.11	0.11	0.11	0.14	0.15	0.15	0.17
A	III	0.14	0.15	0.15	0.19	0.20	0.20	0.22
B	I	0.16	0.16	0.16	0.21	0.22	0.22	0.24
B	II	0.27	0.28	0.28	0.35	0.37	0.37	0.41
B	III	0.35	0.36	0.36	0.45	0.48	0.48	0.54
C	I	0.20	0.21	0.21	0.26	0.28	0.28	0.31
C	II	0.30	0.31	0.31	0.39	0.42	0.42	0.47
C	III	0.41	0.42	0.42	0.52	0.56	0.56	0.62

Tabla 21 Coeficientes sísmicos. (2007) Fuente: Reglamento Nacional de la Construcción.

#### 5) Radio de la columna, se determina de acuerdo al capítulo 10.10.1.2 del ACI 318 – 08.

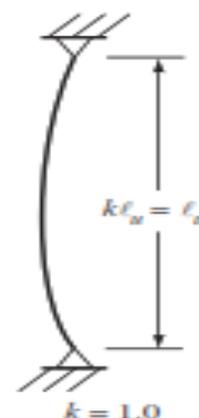
Se puede tomar el radio de giro  $r$ , igual a 0.3 veces la dimensión total de la sección en la dirección en la cual se está considerando la estabilidad.

$$r = 0.3l$$

#### 6) Factores de longitud efectiva.

Para calcular la relación de esbeltez de una columna en particular, es necesario estimar su longitud efectiva. Ésta es la distancia entre los puntos de momento nulo en la columna.

Una columna con extremos perfectamente articulados, su longitud efectiva sería su longitud no soportada, como se muestra en la figura.



El factor k de longitud efectiva es el número por el que debe multiplicarse la longitud no soportada de la columna para obtener su longitud efectiva. Para una columna con extremos perfectamente articulados,  $k = 1.0$ .

**7) La esbeltez de una columna se calcula con la Ecuación 10-6 en el capítulo 10.10.1 del Aci 380 – 08**

$$\frac{klu}{r} \geq 22$$

**8) Arto 77 RNC-07 Especificaciones mínimas para sección de concreto.**

Las paredes de mampostería confinada deberán cumplir con las siguientes especificaciones mínimas.

1. Vigas y columnas de concreto reforzado.

a) Tendrán como dimensión mínima el espesor del muro con un área no menor de:

$$A_c = \frac{5V}{\sqrt{f'c}}$$

Donde:

V: Fuerza cortante en el paño confinado en kg.

$A_c$ : Área del concreto en  $\text{cm}^2$ .

$f'c$ : Esfuerzo de compresión del concreto.

**9) Módulo de elasticidad.**

Variación de la fórmula del apéndice 8.5.1 ACI 318 – 08

$$EC = 57\sqrt{f'c}$$

- 10) Momento de inercia total de la sección transversal de la columna respecto al eje centroidal bajo consideración.**

$$I_g = \left(\frac{1}{12}\right) (b)(h)^3$$

- 11) EI se calcula utilizando una variación de la ecuación 10-15 del ACI 318 – 08**

$$EI = \frac{EC * I_g}{2.5}$$

- 12) Carga de pandeo de Euler Ec. 10-13 ACI 318 – 08**

$$Pl = \frac{\pi^2 EI}{(klu)^2}$$

- 13) Momento amplificado. Variación de la ecuación 10-12 ACI 318 – 08.**

$$MC = M * \frac{1}{1 - \frac{Vu}{Pl}}$$

**Para Zapatas.**

- 14) Capacidad de soporte de suelo requerido.**

$$qsr = Vu/B * L (1 \pm 6e/L)$$

Donde:

qsr= Capacidad de soporte de suelo requerida.

B= ancho de zapata

L= largo de zapata

e= excentricidad= M/V

- 15) Verificación del corte.**

$$Vu = qu * B \left[ \frac{L - C}{2} - d \right]$$

Donde:

qu= Carga ultima.

$$qu = (1.2CP + 1.6CV/\text{Area de zapata})$$

L= largo de zapata

C= largo de columna

d=altura útil

d=hz- d´

hz= espesor de retorta.

d´= recubrimiento vertical.

#### **16) Verificación del corte del concreto.**

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c} * b * d$$

$$\phi Vc > Vu$$

#### **17) Verificación de falla por punzonamiento.**

$$bo = 2(c1 + 2d+c)$$

**Donde:**

bo= Perímetro de punzonamiento.

c1= largo de columna.

c=ancho de columna.

d=altura útil

$$ld = \frac{B - c1}{2}$$

**B= ancho de zapata.**

$$d = \frac{1}{3}ld$$

$$Vc \leq \{0.53 + 1.06\sqrt{f'c} * bo * d$$

$\phi =$  *Factor de minoracion.*

$$\phi Vc > Vu$$

$$Vu = Pc + Pp * 1.2 - (a + d)^2 qu$$

Donde:

Pc= carga muerta

Pp= peso del pedestal

a= largo de columna.

d= altura útil

qu= Carga ultima

### **18) Cálculo de acero de refuerzo.**

$$Mu = qu \left[ \left( \frac{b - c}{2} \right) * b \right] \left[ \left( \frac{b - c}{4} \right) \right]$$

Donde:

qu= carga ultima

b= largo de la zapata

c= largo de columna

### **19) Área del acero (As)**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * z}$$

$$z = \phi d$$

$$\phi = 0.90 \text{ para flexion}$$

Donde:

$f_y$ : Esfuerzo a la fluencia del concreto.

## 20) Área de acero mínimo.

$$As_{min} = 0.005 * b * d$$

Donde:

b= ancho de zapata

d= altura útil.

## 21) Distribución de acero de refuerzo.

$$S = \frac{b * Ab}{As}$$

Donde:

b= base de la zapata.

Ab= área de la varilla a utilizar.

As= Área del acero.

## 22) Longitud de la barra.

$$lb = b - (d' * 2)$$

Donde:

b= largo de la zapata

d´= recubrimiento horizontal.

**23) Longitud del gancho.**

$$lg = 12\phi b$$

Donde:

$\phi b$ = diámetro de la varilla a utilizar.

**24) Cantidad de barras.**

$$Nb = \frac{lb}{S}$$

**Tablas para obtener distribución de acero.**

*Designaciones, áreas, perímetros y peso de varilla estándar.*

Varilla núm.	Unidades usuales en EUA		
	Diámetro (plg)	Área de sección transversal (plg <sup>2</sup> )	Peso unitario (lb/pie)
3	0.375	0.11	0.376
4	0.500	0.20	0.668
5	0.625	0.31	1.043
6	0.750	0.44	1.502
7	0.875	0.60	2.044
8	1.000	0.79	2.670
9	1.128	1.00	3.400
10	1.270	1.27	4.303
11	1.410	1.56	5.313
14	1.693	2.25	7.650
18	2.257	4.00	13.600

*Tabla 22 Designación de área perímetros y peso de varilla estándar. (2016). Fuente: Diseño de concreto reforzado 8va edición.*

Varilla número.	Número de varillas								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	0.39	0.58	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.77	1.96
5	0.61	0.91	1.23	1.53	1.84	2.15	2.45	2.76	3.07
6	0.88	1.32	1.77	2.21	2.65	3.09	3.53	3.98	4.42
7	1.20	1.80	2.41	3.01	3.61	4.21	4.81	5.41	6.01
8	1.57	2.35	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85
9	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
10	2.53	3.79	5.06	6.33	7.59	8.86	10.12	11.39	12.66
11	3.12	4.68	6.25	7.81	9.37	10.94	12.50	14.06	15.62
14	4.50	6.75	9.00	11.25	13.50	15.75	18.00	20.25	22.50
18	8.00	12.00	16.00	20.00	24.00	28.00	32.00	36.00	40.00

*Tabla 23 Áreas de grupos de varillas estándar en plg2. (2016). Fuente: Diseño de concreto reforzado 8va edición.*

#### **1.2.6.1.2. Para Vigas.**

**Tabla para determinar momentos en vigas.**

Momento	Localización	Condición	$M_u$
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo <sup>(1)</sup>	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 3 m (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$

Tabla 24. Momentos aproximados para vigas continuas no pres forzadas y losas en una dirección. (2014). Fuente: ACI 318 - 14

Localización	$V_u$
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15w_u \ell_n / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_n / 2$

Tabla 25. Determinación de cortantes aproximados. (2016). Fuente: Diseño de concreto reforzado 8va edición.

### Cortantes aproximados para vigas continuas no preesforzadas y losas en una dirección. ACI 318-14

#### Dimensionamiento de viga.

$$bd^2 = \frac{Mu}{\phi bd^2}$$

Donde:

Mu: Momento aproximado de la viga.

$\rho$	$\frac{M_u}{\phi b d^2}$						
0.0110	595.7	0.0128	681.0	0.0146	762.8	0.0164	841.2
0.0111	600.6	0.0129	685.6	0.0147	767.2	0.0165	845.4
0.0112	605.4	0.0130	690.3	0.0148	771.7	0.0166	849.7
0.0113	610.2	0.0131	694.9	0.0149	776.1	0.0167	853.9
0.0114	615.0	0.0132	699.5	0.0150	780.5	0.0168	858.1
0.0115	619.8	0.0133	704.1	0.0151	784.9	0.0169	862.3
0.0116	624.5	0.0134	708.6	0.0152	789.3	0.0170	866.5
0.0117	629.3	0.0135	713.2	0.0153	793.7	0.0171	870.7
0.0118	634.1	0.0136	717.8	0.0154	798.1	0.0172	874.9
0.0119	638.8	0.0137	722.3	0.0155	802.4	0.0173	879.1
0.0120	643.5	0.0138	726.9	0.0156	806.8	0.0174	883.2
0.0121	648.2	0.0139	731.4	0.0157	811.1	0.0175	887.4
0.0122	653.0	0.0140	735.9	0.0158	815.4	0.0176	891.5
0.0123	657.7	0.0141	740.4	0.0159	819.7	0.0177	895.6
0.0124	662.3	0.0142	744.9	0.0160	824.1	0.0178	899.7
0.0125	667.0	0.0143	749.4	0.0161	828.3	0.0179	903.9
0.0126	671.7	0.0144	753.9	0.0162	832.6	0.0180	907.9
0.0127	676.3	0.0145	758.3	0.0163	836.9	0.0181	912.0

Tabla 26. Interpolación de momentos. (2016). Fuente: Diseño de concreto reforzado 8va edición.

$\phi b d^2$ : Se encuentra en tabla, depende de  $\rho$

$\rho$ : Cantidad o porcentaje de acero a utilizar.

#### -Revisión de capacidad del acero.

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

Donde:

$f'_c$ : Esfuerzo de compresión del concreto.

$f_y$ : Esfuerzo a la fluencia del concreto.

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

Donde:

As: Área de acero.

d: Altura útil.

### **Capítulo 18.13.3.2 del ACI-318-14 para diseño de vigas.**

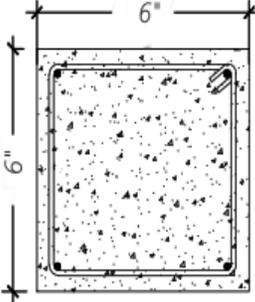
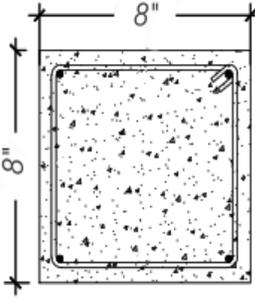
Las vigas sobre el terreno diseñadas para actuar como acoples horizontales entre cabezales de pilotes o zapatas deben diseñarse de tal manera que la menor dimensión transversal sea igual o mayor que el espacio libre entre columnas conectadas dividido por 20, pero no necesita ser mayor a 450 mm. Se deben colocar estribos cerrados con un espaciamiento que no exceda el menor entre la mitad de la menor dimensión transversal y 300 mm.

Del desarrollo de la memoria de cálculo para el diseño de columnas, zapatas y vigas resultaron las dimensiones que se muestran a continuación

- **Dimensionamiento estructural de obras.**

Al aplicar los criterios para el diseño de columnas, zapatas y vigas se obtuvieron los siguientes resultados.

#### **Tabla de Columnas**

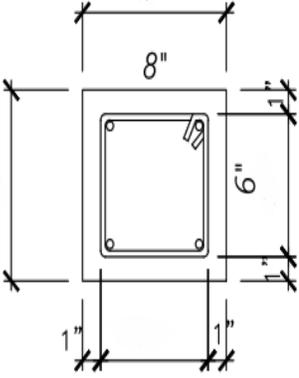
Columnas	Ambiente	Descripción de secciones.
C-1	Administración.  Bodega.  Oficina de seguridad – bodega - control de pesaje.  Saneamiento.  Incinerador.  Lombrí humus 1.  Lombrí humus 2.	 <p>Usar 4 #4                      6" x 6"                      Estribos #3                      Recubrimiento 1"</p>
C-1	Planta de clasificación	 <p>Usar 5 #4                      8" x 8"                      Estribos #3                      Recubrimiento 1"</p>

*Tabla 21. Columnas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.*

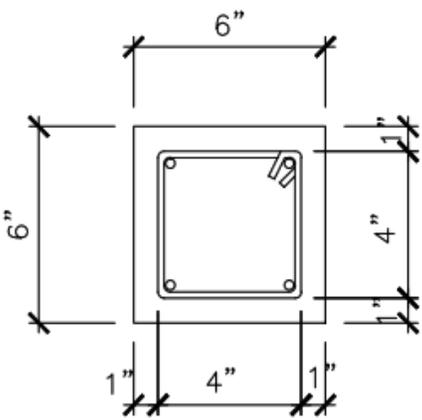
Zapata	Ambiente	Descripción de secciones
Z-1	Administración.  Bodega.  Oficina de seguridad –bodega control de pesaje.  Saneamiento.  Incinerador.  Lombri humus 1.  Lombri humus 2.  Planta de clasificación.	

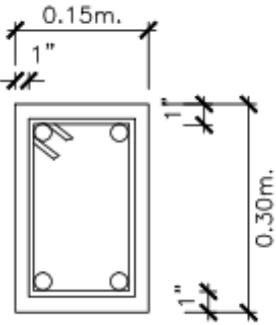
*Tabla 22, Zapatas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.*

Tabla de Vigas a sísmicas (VA) Vigas corona (VC) y vigas intermedias (VI)

Vigas	Ambiente	Descripción de secciones.
VA-1	Administración.	 <p>Usar 4 #5 8" x 8" Estribos # 3</p>
	Bodega.	
	Oficina de seguridad – bodega - control de pesaje.	
	Saneamiento.	
	Incinerador.	
	Lombri humus 1.	
	Lombri humus 2.	
	Planta de clasificación.	

*Tabla 23. Vigas sísmicas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.*

Vigas	Ambiente.	Descripción de secciones.
VI-1	Administración	 <p data-bbox="1047 1081 1177 1113">Usar 4 #5</p> <p data-bbox="1063 1144 1161 1176">6" x 6"</p> <p data-bbox="1031 1207 1193 1239">Estribos # 2</p>
	Bodega	
	Incinerador	
	Lombri Humus 1	
	Lombri Humus 2	
	Oficina de seguridad + bodega + oficina de control de pesaje.	
	Planta de Clasificación. Saneamiento.	

Vigas	Ambiente.	Descripción de secciones.
VC-1	Administración	 <p>Usar 4 #5 6" x 12" Estribos # 2</p>
	Bodega	
	Incinerador	
	Lombri Humus 1	
	Lombri Humus 2	
	Oficina de seguridad + bodega + oficina de control de pesaje.	
	Planta de Clasificación.	
	Saneamiento.	

*Tabla 24. Vigas intermedias y vigas coronas a utilizar en los ambientes del relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.*

### **1.2.7. ESTUDIO SANITARIO.**

El Proyecto del Relleno sanitario está ubicado en el Departamento de Masaya, municipio de Catarina.

Este proyecto contará con los siguientes ambientes:

- Administración.
- Bodega.
- Lombri Humus 1.
- Área de Saneamiento.
- Planta de clasificación.
- Oficina de administración + bodega + control de pesaje.

A continuación, se mostrará el dimensionamiento de cada uno de los componentes del sistema hidrosanitario, el cual se basó en Normativa Nacionales e Internacionales.

#### **1.2.7.1.Descripción del sistema.**

El sistema de agua potable del proyecto se conecta a la red pública de abastecimiento de agua potable de ENACAL.

Se tendrá una red de distribución de agua potable la cual estará compuesta por tuberías PVC soterrada en diámetros que van desde 2" (50.8 mm) hasta ½" (12 mm). La cédula de la tubería será SDR 13.5 para diámetros de ½", SDR 17 para diámetros de ¾" y SDR 26 para diámetros mayores. Toda la red estará provista con accesorios como codos, TEE, reductores, uniones, etc., los cuales serán para presión.

El sistema de aguas negras estará compuesto por una red principal exterior de tubería en 4" de diámetro y PVC SDR 41. En la parte interna del edificio se tendrán ramales de tuberías desde 2" hasta las 4", con ventilaciones en 2", bocas de limpieza Y drenajes de piso. Toda la tubería de ventilación será en PVC SDR 41. Todo drenará hacia la planta de tratamiento.

En el caso del drenaje pluvial estará compuesto por canales aéreos de PVC de 6" y bajantes de PVC 4" PVC SDR 41. Todo descargará libremente a los terrenos del centro buscando su pendiente natural.

### **1.2.7.2. Normativas de diseño.**

Todo el diseño del sistema de agua potable del proyecto del Relleno sanitario, está basado en las siguientes normativas:

- Nacionales:
  - Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).
  
- Internacionales:
  - National Standard Plumbing Code, NSPC-2009.
  - Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios, de Costa Rica.

### **1.2.7.3. Criterios de diseño utilizados.**

#### **1.2.7.3.1. Red de distribución de agua potable.**

#### **Presión mínima de diseño, velocidades permisibles y gastos por aparatos sanitarios**

Es la mínima presión que se tendrá en el mueble sanitario u accesorio, en el punto más alejado del equipo de bombeo. A continuación, se muestra la tabla 6.1 de diámetros, presiones y gastos mínimos requeridos en los puntos de alimentación de las piezas sanitarias, tomada del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios de Costa Rica.

Pieza	Diámetro Mínimo (1) (mm)	Presión Mínima (2) (m)	Gasto Mínimo (l/s)	
			Uso Privado	Uso Público
Bañera	18	2	0,30	
Bidet	12	3	0,10	
Ducha	12	2	0,20	0,30
Fregadero	12	2	0,20	0,30
Fuente	12	2,5	0,10	
Inodoro con tanque	12	2	0,20	0,25
Inodoro con válvula semi-automática (3)	31	7 a 14	1,50	1,90
Lavatorio	12	2	0,15	0,20
Lavadora	12	3,5	0,30	
Llave para riego jardín	12	10	0,30	
Orinal corrido	12	2	0,075/ml	
Orinal con válvula semi-automática (3)	18	5 a 10	1,00	
Pileta de lavar	12	2	0,30	

**Notas:**

- (1) Diámetro interno mínimo de tubería de alimentación.  
En el caso de inodoros y lavatorios, este diámetro es el del ramal de alimentación hasta la llave de paso.
- (2) Presión dinámica mínima a la entrada de accesorio.
- (3) Dependiendo del tipo de válvula semi-automática.

Tabla 31 de diámetros, presiones y gastos mínimos requeridos en los puntos de alimentación de las piezas sanitarias. Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica.

Se debe tomar en cuenta que Nicaragua no cuenta con un Código de Instalaciones en edificios, sin embargo, de la normativa del INAA se establecen criterios que se tomaron en cuenta para el diseño. Estos fueron:

**Presiones mínimas y máximas.**

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 mts; la carga estática máxima será de 50.00 mts. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 mts., cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

**Velocidades permisibles.**

Se permitirán velocidades de flujo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

### **Cobertura sobre tuberías**

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

### **Diámetro de las tuberías**

Este se puede determinar utilizando la Tabla 10.14.2A tomada del National Standard Plumbing Code, NSPC versión 2009 (ver ilustración 3), así como también la tabla B.7.3.E., del NSPC, mostrada en la ilustración 19.

### **Almacenamiento de agua**

Este se calcula en función de los días de reserva de agua que pueden ser, 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 días respectivamente. Se determina la cantidad de usuarios y su demanda per cápita de agua, y se multiplica el total por la cantidad de días de reserva que se desea; así también se puede determinar de acuerdo al área total del edificio y su funcionalidad.

A continuación, se muestra la tabla 1 sobre las dotaciones mínimas de agua potable, tomada del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios de Costa Rica.

### **Equipo de bombeo**

Para el dimensionamiento del equipo de bombeo, se deben determinar dos parámetros: Caudal a bombear y carga total dinámica mínima. Para el cálculo del caudal, el National Standard Plumbing Code, NSPC-2009, en función del método de HUNTER, proporciona tablas de demandas de agua en WSFU, así como también tablas de conversión de WSFU a GPM, dentro de las cuales se encuentra implícito el factor de simultaneidad de uso de los aparatos sanitarios.

Con ello se determina el caudal máximo probable el cual se debe ajustar con el caudal máximo de operación por ciclo del equipo de bombeo según lo establecido en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios, de Costa Rica. Dichas tablas del NSPC son las siguientes: (Tabla 2,3,4,5)

**DOTACIONES MINIMAS**

(litros/día)

---

Casas de interés social	120 por persona
Casas unifamiliares	150 por persona
Apartamentos y Condominios	200 por persona
Hoteles y Alojamientos (1)	200 por huésped
Hospitales (1)	500 por cama
Escuelas-alumnado externo	50 por persona
Escuelas-alumnado interno	150 por persona
Restaurantes, bares y similares (2)	25 por cliente o 50 por m <sup>2</sup> de área útil
Instalaciones Deportivas y Baños Públicos.	50 por persona
Locales comerciales y edificios para oficinas	50 por persona o 6 por m <sup>2</sup> área útil
Salas de baile y similares	30 por m <sup>2</sup> área útil
Cines, teatros, auditorios y templos	8 por asiento
Estadios, gimnasios y similares	4 por espectador
Orfanatos, asilos y similares	150 por persona
Fábricas en general (uso personal)	60 por trabajador
Carnicerías y pescaderías	20 por m <sup>2</sup> área útil
Mercados	5 por m <sup>2</sup>
Lecherías	120 por animal
Mataderos animales grandes	300 por animal
Mataderos animales pequeños	150 por animal
Mataderos aves de corral	16 por kg
Jardines	1,5 por m <sup>2</sup>

---

Notas:

- (1) No incluye dotación por cocina, lavandería o restaurante.
- (2) En ningún caso la dotación será menor de 2000 l/día.
- (3) El agua requerida para extinción de incendios se calculará de acuerdo con el Capítulo 9 (en preparación).

*Tabla 25. Dotaciones mínimas de agua potable. Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios de Costa Rica.*

<b>Table 10.14.2A (continued)</b>					
<b>WATER SUPPLY FIXTURE UNITS (WSFU)</b>					
<b>AND MINIMUM FIXTURE BRANCH PIPE SIZES</b>					
	<b>HEAVY-USE ASSEMBLY</b>				
	<b>OTHER THAN DWELLING UNITS</b>				
	<b>SERVING 3 OR MORE DWELLING UNITS</b>				
	<b>INDIVIDUAL DWELLING UNITS</b>				
	<b>MINIMUM BRANCH PIPE SIZE</b>				
<b>INDIVIDUAL FIXTURES</b>					
Bar Sink	3/8"	1.0	0.5		
Bathtub or Combination Bath/Shower	1/2"	4.0	3.5		
Bidet	1/2"	1.0	0.5		
Clothes Washer, Domestic	1/2"	4.0	2.5	4.0	
Dishwasher, Domestic	1/2"	1.5	1.0	1.5	
Drinking Fountain or Water Cooler	3/8"			0.5	0.75
Hose Bibb (first)	1/2"	2.5	2.5	2.5	
Hose Bibb (each additional)	1/2"	1.0	1.0	1.0	
Kitchen Sink, Domestic	1/2"	1.5	1.0	1.5	
Laundry Sink	1/2"	2.0	1.0	2.0	
Lavatory	3/8"	1.0	0.5	1.0	1.0
Service Sink or Mop Basin	1/2"			3.0	
Shower	1/2"	2.0	2.0	2.0	
Shower, continuous use	1/2"			5.0	
Urinal, 1.0 GPF	3/4"			4.0	5.0
Urinal, greater than 1.0 GPF	3/4"			5.0	6.0
Water Closet, 1.6 GPF Gravity Tank	1/2"	2.5	2.5	2.5	4.0
Water Closet, 1.6 GPF Flushometer Tank	1/2"	2.5	2.5	2.5	3.5
Water Closet, 1.6 GPF Flushometer Valve	1"	5.0	5.0	5.0	8.0
Water Closet, 3.5 GPF Gravity Tank	1/2"	3.0	3.0	5.5	7.0
Water Closet, 3.5 GPF Flushometer Valve	1"	7.0	7.0	8.0	10.0
Whirlpool Bath or Combination Bath/Shower	1/2"	4.0	4.0		

*Tabla 26. Valores de WSFU por accesorio. (2009) Fuente: National Standard Plumbing Code..*

<b>Table 10.14.2B</b>					
<b>TABLE FOR CONVERTING DEMAND IN WSFU TO GPM<sup>1</sup></b>					
<b>WSFU</b>	<b>GPM Flush Tanks<sup>2</sup></b>	<b>GPM Flush Valves<sup>3</sup></b>	<b>WSFU</b>	<b>GPM Flush Tanks<sup>2</sup></b>	<b>GPM Flush Valves<sup>3</sup></b>
3	3		120	49	74
4	4		140	53	78
5	4.5	22	160	57	83
6	5	23	180	61	87
7	6	24	200	65	91
8	7	25	225	70	95
9	7.5	26	250	75	100
10	8	27	300	85	110
11	8.5	28	400	105	125
12	9	29	500	125	140
13	10	29.5	750	170	175
14	10.5	30	1000	210	210
15	11	31	1250	240	240
16	12	32	1500	270	270
17	12.5	33	1750	300	300
18	13	33.5	2000	325	325
19	13.5	34	2500	380	380
20	14	35	3000	435	435
25	17	38	4000	525	525
30	20	41	5000	600	600
40	25	47	6000	650	650
50	29	51	7000	700	700
60	33	55	8000	730	730
80	39	62	9000	760	760
100	44	68	10,000	790	790

*Tabla 27. Tabla para convertir de GSFU a GPM. (2009). Fuente: National Standard Plumbing Code,*

Así como el National Standard Plumbing Code, NSPC-2009, establece tablas para el cálculo del caudal, también se estipulan gráficos y tablas, para el cálculo de las pérdidas friccionantes y localizadas en la red de distribución, las cuales son útil para el cálculo de la carga total dinámica del equipo de bombeo. Estas se muestran a continuación:

<b>Table B.9.7.A</b>											
<b>EQUIVALENT LENGTH OF PIPE FOR FRICTION LOSS IN THREADED FITTINGS &amp; VALVES</b>											
Fitting or Valve	Equivalent Feet of Pipe for Various Pipe Sizes										
	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	5"	6"
45 deg Elbow	0.8	1.1	1.4	1.8	2.2	2.8	3.3	4.1	5.4	6.7	8.1
90 deg Elbow, std	1.6	2.1	2.6	3.5	4.0	5.2	6.2	7.7	10.1	12.6	15.2
Tee, run	1.0	1.4	1.8	2.3	2.7	3.5	4.1	5.1	6.7	8.4	10.1
Tee, Branch	3.1	4.1	5.3	6.9	8.1	10.3	12.3	15.3	20.1	25.2	30.3
Gate Valve	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.0	2.7	3.4	4.0
Globe Valve	17.6	23.3	29.7	39.1	45.6	58.6	70.0	86.9	114	143	172
Angle Valve	7.8	10.3	13.1	17.3	20.1	25.8	30.9	38.4	50.3	63.1	75.8
Butterfly Valve						7.8	9.3	11.5	15.1	18.9	22.7
Swing Check Valve	5.2	6.9	8.7	11.5	13.4	17.2	20.6	25.5	33.6	42.1	50.5

**NOTES FOR TABLE B.9.7.A**  
1) Equivalent lengths for valves are based on the valves being wide open.

*Tabla 28. Pérdidas en accesorios metálicos. (2009). Fuente: National Standard Plumbing Code*

<b>Table B.9.7.C</b>											
<b>EQUIVALENT LENGTH OF PIPE FOR FRICTION LOSS IN SCHEDULE 40 CPVC FITTINGS</b>											
Fitting	Equivalent Feet of Pipe for Various Pipe Sizes										
	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	5"	6"
45 deg Elbow	0.8	1.1	1.4	1.8	2.1	2.7	3.3	4.1	5.3	6.7	8.0
90 deg Elbow	1.5	2.0	2.6	3.4	4.0	5.1	6.1	7.6		12.5	15.1
Tee, Run	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.4	4.1	5.1	6.7	8.4	10.1
Tee, Branch	3.0	4.1	5.2	6.8	8.0	10.2	12.2	15.2		25.1	30.2

*Tabla 29. Pérdidas en accesorios de CPVC cédula 40. (2009). Fuente: National Standard Plumbing Code.*

CHART B.9.8.5  
CPVC, PVC, ABS, PE SCHEDULE 40 PIPE

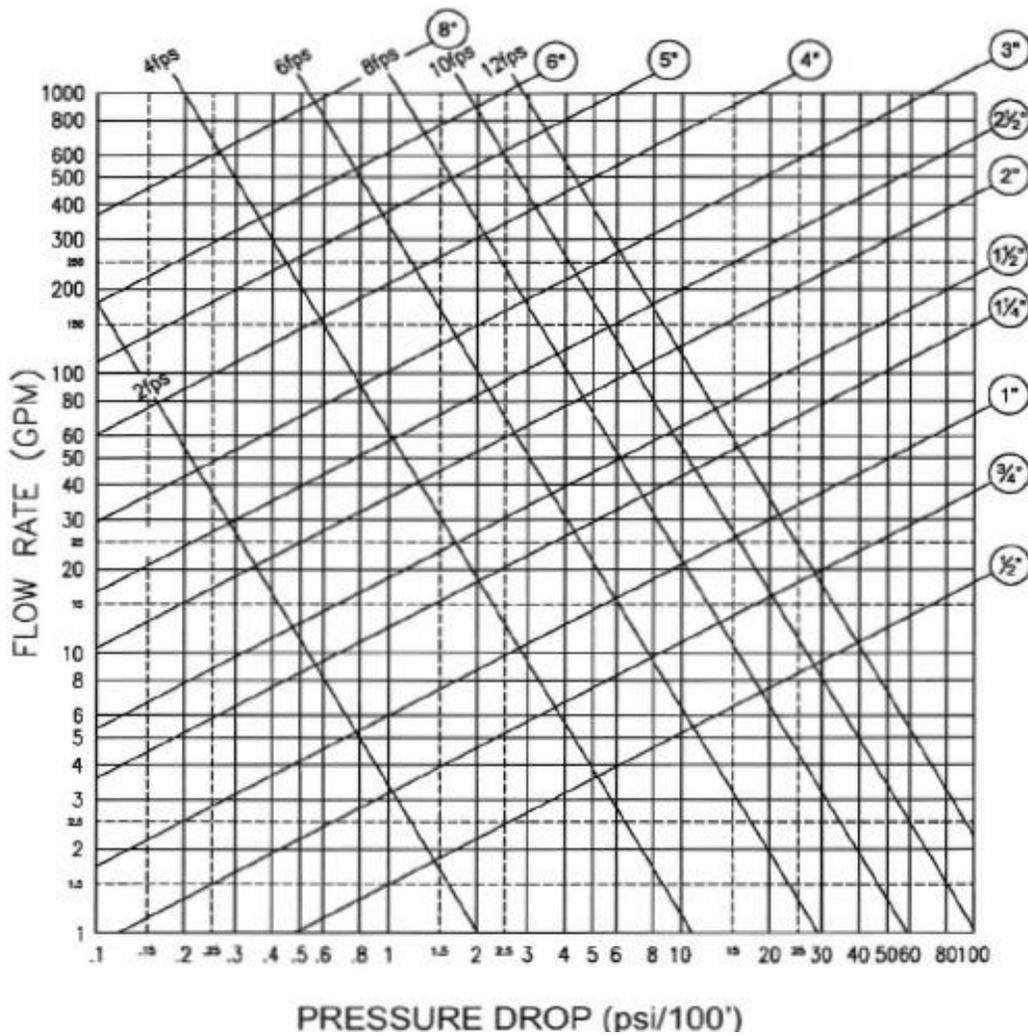


Gráfico 2. Gráfico para cálculo de pérdidas en tuberías en función de la longitud. (2009) Fuente: National Standard Plumbing Code.

### **1.2.7.3.2. Red de drenaje**

Es preciso mencionar que Nicaragua no cuenta con un Código de Instalaciones en edificios, sin embargo, de la normativa del INAA se establecen criterios que se tomaron en cuenta para el diseño. Estos fueron:

#### **Cobertura sobre tuberías**

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

#### **Diámetro de las tuberías**

El diámetro de la tubería se determina en función de las tablas 11.4.1 y 11.5.1A, del National Standard Plumbing Code, NSPC 2009, que se muestran en las ilustraciones 4, 5 y 6.

Otra forma de calcular el diámetro para el drenaje, es mediante la ecuación de Manning y la demanda máxima probable de agua potable; así utilizando un retorno de aguas residuales del 80% del consumo de agua, se puede determinar el caudal de aguas residuales y con ello, el diámetro adecuado y la pendiente adecuada para producir una tensión de arrastre igual o mayor a 1 Pa (N/m<sup>2</sup>).

#### **Bocas de limpieza**

Estas se deben colocar a 30 m en tuberías de diámetros mayores a 4", y para tubería de 4" y menores se deben colocar a 22 m como máximo.

Los sitios de colocación son: cabeceros de línea principal de tuberías, en cambios de dirección de 90°; no obstante, si existen diversos cambios de dirección, no más de una boca de limpieza se debe colocar en 12 m de distancia.

Se pueden considerar como bocas de limpieza, muebles sanitarios que sean fáciles de mover y que tengan su trampa integrada, tal es el caso de los inodoros.

<b>Table 11.4.1 (Continued)</b>				
<b>DRAINAGE FIXTURE UNIT (DFU) VALUES</b>				
<b>HEAVY-USE ASSEMBLY</b>				
<b>OTHER THAN DWELLING UNITS</b>				
<b>SERVING 3 OR MORE DWELLING UNITS</b>				
<b>INDIVIDUAL DWELLING UNITS</b>				
<b>INDIVIDUAL FIXTURES</b>				
Bathtub or Combination Bath/Shower, 1-1/2" Trap	2	2		
Bidet, 1-1/4" Trap	1	1		
Clothes Washer, Domestic, 2" Standpipe	3	3	3	
Dishwasher, Domestic, with Independent Drain	2	2	2	
Drinking Fountain or Watercooler			0.5	
Food-Waste-Grinder, Commercial, 2" Min Trap			3	
Floor Drain, Auxiliary			0	
Kitchen Sink, Domestic, with One 1-1/2" Trap	2	2	2	
Kitchen Sink, Domestic, with Food-Waste-Grinder	2	2	2	
Kitchen Sink, Domestic, with Dishwasher	3	3	3	
Kitchen Sink, Domestic, with Grinder and Dishwasher	3	3	3	
Laundry Sink, One or Two Compartments, 1-1/2" Waste	2	2	2	
Laundry Sink, with Discharge from Clothes Washer	2	2	2	
Lavatory, 1-1/4" Waste	1	1	1	1
Mop Basin, 3" Trap			3	
Service Sink, 3" Trap			3	
Shower Stall, 1-1/2" Trap	2	2	2	
Shower Stall, 2" Trap	2	2	2	
Showers, Group, per Head (Continuous Use)			5	
Sink, 1-1/2" Trap	2	2	2	
Sink, 2" Trap	3	3	3	
Sink, 3" Trap			5	
Trap Size, 1-1/4" (Other)	1	1	1	
Trap Size, 1-1/2" (Other)	2	2	2	
Trap Size, 2" (Other)	3	3	3	
Trap Size, 3" (Other)			5	
Trap Size, 4" (Other)			6	
Urinal, 1.0 GPF			4	5
Urinal, Greater Than 1.0 GPF			5	6
Wash Fountain, 1-1/2" Trap			2	
Wash Fountain, 2" Trap			3	
Wash Sink, Each Set of Faucets			2	

Tabla 30. Unidades de drenaje DFU. Fuente: NSPC 2009

<b>Table 11.4.1 (Continued)</b>				
<b>DRAINAGE FIXTURE UNIT (DFU) VALUES</b>				
<b>HEAVY-USE ASSEMBLY</b>				
<b>OTHER THAN DWELLING UNITS</b>				
<b>SERVING 3 OR MORE DWELLING UNITS</b>				
<b>INDIVIDUAL DWELLING UNITS</b>				
Water Closet, 1.6 GPF Gravity or Pressure Tank	3	3	4	6
Water Closet, 1.6 GPF Flushometer Valve	3	3	4	6
Water Closet, 3.5 GPF Gravity Tank	4	4	6	8
Water Closet, 3.5 GPF Flushometer Valve	4	4	6	8
Whirlpool Bath or Combination Bath/Shower, 1-1/2" Trap	2	2		

*Tabla 31. Unidades de drenaje DFU. Fuente: NSPC 2009*

<b>Table 11.5.1A</b>				
<b>BUILDING DRAINS AND SEWERS<sup>1</sup></b>				
<b>Maximum Number of Drainage Fixture Units (DFU) That May Be Connected to Any Portion of the Building Drain or the Building Sewer.</b>				
<b>Pipe Size- Inches</b>	<b>Slope Per Foot 1/16-Inch</b>	<b>Slope Per Foot 1/8-Inch</b>	<b>Slope Per Foot 1/4-Inch</b>	<b>Slope Per Foot 1/2-Inch</b>
2			21	26
3		36 <sup>2</sup>	42 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700
15	7,000	8,300	10,000	12,000

**NOTES FOR TABLE 11.5.1A**

1. On-site sewers that serve more than one building may be sized according to the current standards and specifications of the Authority Having Jurisdiction for the public sewers.
2. See Sections 11.5.6.d

*Tabla 32. Capacidades de tuberías en función del diámetro y la pendiente. (2009) Fuente: NSPC.*

### Dimensionamiento de la red de agua potable fría.

TRAMO N°	DE	A	TOTALES (WSFU)	DEMANDA TOTAL	UNIDADES DE	UNIDADES DE	CAUDAL RESTANTE	CAUDAL RESTANTE
1	1	2	72	36.6	0	72	36.6	0.00231
2	2	3	72	36.6	6	66	33	0.00208
3	3	4	66	33	14	52	27.4	0.00173
4	4	5	52	27.4	8	44	24	0.00151
5	5	6	44	24	2	42	23	0.00145
6	6	7	42	23	19	23	12.5	0.00079
7	7	8	23	12.5	20	3	3	0.00019
8	8	9	3	3	1	2	2	0.00013
9	9	10	2	2	1	1	1	0.00006

TRAMO N°	DE	A	CAUDAL RESTANTE	DIAMETRO DE TUBERIA	DIAMETRO DE TUBERIA	VELOCIDAD DE FLUJO	VELOCIDAD DE FLUJO
1	1	2	0.00013	2	0.0508	0.06	0.20
2	2	3	0.00019	2	0.0508	0.09	0.31
3	3	4	0.00025	2	0.0508	0.12	0.41
4	4	5	0.00032	2	0.0508	0.16	0.51
5	5	6	0.00038	1.5	0.0381	0.33	1.09
6	6	7	0.00044	1.25	0.03175	0.56	1.83
7	7	8	0.00050	0.75	0.01905	1.77	5.81
8	8	9	0.00057	0.75	0.01905	1.99	6.53
9	9	10	0.00063	0.5	0.0127	4.98	16.33

TRAMO N°	DE	A	ELEVACION (m)		LONGITUD TOTAL DE TUBERIA (m)	L EQUIVALENTE ACCESORIOS (m)	PERDIDAS TOTALES (mca)
			DE	A			
1	1	2	0	0	1.86	6.81	0.26
2	2	3	0	0	4	2.18	0.15
3	3	4	0	0	5.86	2.18	0.14
4	4	5	0	0	53.13	3.73	0.77
5	5	6	0	0	6.35	2.18	0.44
6	6	7	0	0	7.12	1.97	0.36
7	7	8	0	0	6.67	1.84	0.29
8	8	9	0	0	5.87	1.57	0.12
9	9	10	0	0	15.8	1.57	0.56
<b>CAUDAL TOTAL</b>		<b>36.6</b>	<b>GPM</b>	<b>CARGA TOTAL DINÁMICA</b>			<b>3.10</b>

Tabla 33. Cálculo de red de agua potable del relleno sanitario del municipio de Catarina. (2020). Fuente: Propia.

PERDIDAS	CTD m	PSI/m	CTD PSI
	3.10	1.43	4.43
PMIN	10	1.43	14.3
$\Delta H$	3.73	1.43	5.3339
HTANQUE	0	1.43	0
<b>TOTAL</b>	<b>16.83</b>		<b>24.06</b>
<b>CTD TEORICO</b>			
CTD TOTAL	PSI	m	FT
	24.06	16.83	55.19
<b>CTD PROPUESTO</b>			
CTD TOTAL	PSI	m	FT
	34.88	24.39	80.00

Tabla 34. Cálculo de las pérdidas de presión del relleno sanitario del municipio de Catarina. (2020). Fuente: Propia.

<b>CAUDAL TEORICO</b>			
Q TOTAL	GPM	l/s	m3/s
		36.6	2.31
<b>CAUDAL DE BOMBEO SEGÚN CÓDIGO DE COSTA RICA</b>			
Q TOTAL CON Co=15	GPM	l/s	m3/s
	21.96	1.39	0.00139
<b>POTENCIA MÍNIMA DE LA BOMBA</b>			
Q (m3/s)	n	Ht (m)	Pot (HP)
0.00139	0.75	16.83	0.41
<b>POT. MOTOR=1.15PB</b>			<b>0.47</b>

Tabla 35. Cálculo de la bomba del relleno sanitario del municipio de Catarina. (2020). Fuente: Propia.

<b>TANQUE (S) HIDRONEUMÁTICO (S)</b>	
<b>Pinicio psi</b>	<b>Pparo psi</b>
20	40
<b>Multiplicador X</b>	<b>T funcionamiento min</b>
0.37	1
<b>Qbomba GPM</b>	<b>Vol mín tanque gal</b>
21.96	59.35
<b>Vol tanq prop gal</b>	<b>Cant de tanques</b>
85	1
<b>TANQUE STA-RITE MODELO PSP 85-T52</b>	

Tabla 36. Cálculo de tanque hidroneumático. (2020). Fuente: Propia.

### Equipo de bombeo y red de distribución.

Para el cálculo del equipo de bombeo y diámetros de las tuberías se utilizó la tabla siguiente, así como la fórmula del artículo 6.71 del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios, de Costa Rica que dice que:

<b>Relleno Sanitario.</b>			
<b>ACCESORIO SANITARIO</b>	<b>CANT</b>	<b>WSFU/CU</b>	<b>WSFU T</b>
Inodoro de Tanque	7	24	21
Inodoro de Fluxómetro	0	56	0
Lavamanos	7	8	7
Duchas	6	16	12
Lavadoras	0	32	8
Pantry	0	16	0
Llaves de chorro	12	8	20
Lava lampasos	0	32	4
Total desde la bomba			72
<b>TOTAL DE TRAMO 1 AL FINAL SIN AREAS VERDES</b>			<b>66</b>

Tabla 37. Conteo de WSFU/CU y WSFY T de elementos ubicados en el relleno sanitario. (2020) Fuente: Propia.

## Almacenamiento de Agua.

En el relleno sanitario existirá un tanque ubicado en las áreas verdes con elevación de 457.73m

<b>Dimensionamiento de la Cisterna</b>	<b>Cantidad</b>	<b>U/M</b>
<b>Personal administrativo</b>		
Cantidad de personas	27	c/u
Dotacion	50	lit/per/dia
Volumen en litros	1350	lt
Volumen en m3	1.35	m3
<b>Areas verdes</b>		
Cantidad de plantas	4032	c/u
Dotacion	1	lit/plant/dia
Volumen en litros	4032	lt
Volumen en m3	4.032	m3
<b>Lavado de camiones</b>		
Cantidad de camiones	2	c/u
Dotacion	1277	lit/cam/dia
Volumen en litros	2554	lt
Volumen en m3	2.554	m3
<b>Area de riego</b>		
Area	2210.032	m2
Dotacion	1.5	litro/m2
Volumen en litros	3315.05	
Volumen	3.32	m3
<b>VOL. TOTAL CISTERNA</b>		
Volumen total en litros	11251.05	lt
volumento total en m3	11.25	m3
<b>Area de la cisterna</b>		
Altura	2	m
Area	0.75	m2
lado x lado calculado	0.8660254	m
lado x lado diseñado	3.6	m
<b>Volumen total de la Cisterna</b>	25.92	m3

*Tabla 38. Demanda de agua para las diferentes actividades que se realizan en el relleno sanitario. (2020). Fuente: Propia.*

Como se puede observar las actividades que se realizan en el relleno sanitario demandan 11,251.05 lt por lo tanto se propone un tanque de 15,000 L.

<b>CAPACIDAD APROX.</b>	<b>DIÁMETRO</b>	<b>ALTURA</b>
<b>4200 L / 1109 gal</b>	<b>1.75 m</b>	<b>2.19 m</b>
<b>5000 L / 1320 gal</b>	<b>1.75 m</b>	<b>2.55 m</b>
<b>7500 L / 1981 gal</b>	<b>2.32 m</b>	<b>2.02 m</b>
<b>10000 L / 2642 gal</b>	<b>2.32 m</b>	<b>2.82 m</b>
<b>15000 L / 3962 gal</b>	<b>2.47 m</b>	<b>3.51 m</b>
<b>22000 L / 5812 gal</b>	<b>3.00 m</b>	<b>3.56 m</b>

Notas:

En resumen: Se debe proponer utilizar una bomba para un Q= 36.6 GPM, con una CTD= 80 ft, Potencia mínima de 0.47HP.

Se propone conectar 1 tanque hidroneumático de capacidad de entrega 85 gal, a la descarga, con el objetivo de ahorrar energía eléctrica con la disminución del tiempo de bombeo. Este será capaz de trabajar con un diferencial de presión de 20-40 psi. Para ello el equipo de bombeo debe estar provisto de un switch de presión.

Se adjuntan datos técnicos del equipo que se puede utilizar:

## Red de recolección de aguas negras

Para el cálculo del diámetro de las tuberías se utilizó la cantidad de muebles y las unidades de descarga respectivas; con las unidades se seleccionó el diámetro respectivo de la tabla mostrada en la ilustración 6. A continuación se muestran las tablas con el cálculo realizado.

<b>EDIFICIO DORMITORIOS</b>			
<b>MUEBLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DFU</b>	<b>TOTAL DFU</b>
<b>INODOROS DE TANQUE</b>	1	7	7
<b>LAVAMANOS</b>	1	7	7
<b>PANTRY'S</b>	0	0	0
<b>DUCHAS</b>	0	6	0
<b>LAVADORAS</b>	0	0	0
<b>URINARIOS</b>	0	2	0
<b>LLAVE DE CHORRO</b>	0	20	0
<b>DRENAJE DE PISO</b>	12	5	60
<b>LAVANDERO/LAVALAMP</b>	2	1	2
<b>OTROS</b>	0	0	0
<b>TOTAL DFU</b>			<b>76</b>

<b>Table 11.5.1A BUILDING DRAINS AND SEWERS<sup>1</sup></b>				
<b>Maximum Number of Drainage Fixture Units (DFU) That May Be Connected to Any Portion of the Building Drain or the Building Sewer.</b>				
<b>Pipe Size- Inches</b>	<b>Slope Per Foot 1/16-Inch</b>	<b>Slope Per Foot 1/8-Inch</b>	<b>Slope Per Foot 1/4-Inch</b>	<b>Slope Per Foot 1/2-Inch</b>
2			21	26
3		36 <sup>2</sup>	42 <sup>2</sup>	50 <sup>2</sup>
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700
15	7,000	8,300	10,000	12,000

*Tabla 39. Límites permisibles de drenaje según*

### **1.2.7.3.3. Diseño pluvial**

Las aguas de lluvias deben de encausarse con el fin de desviar la escorrentía del agua superficial hacia las trincheras, esta con una dirección hacia la parte exterior del relleno sanitario.

Al obtener las dimensiones de la canaleta, es necesario calcular el tamaño de desagüe. Utilizando la fórmula de Manning. Se tiene.

$$Q = \frac{A * R_n^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q = Caudal de desagüe (m<sup>3</sup> /seg)

A = Área de la sección del canal (m<sup>2</sup>)

S = Pendiente longitudinal del canal (asumiendo una pendiente del 2%)

n = Coeficiente de Manning (0.023 y 0.15 para canales de tierra rectos y bien conservados, pulido ordinario con cemento).

Rh = Radio Hidráulico.

### **Cálculo del caudal máximo de diseño**

Para obtener el caudal que influirá en el relleno sanitario del municipio de Catarina se utilizará el método racional con la siguiente formula.

$$Q = C I A$$

Donde

- Q = Caudal (m<sup>3</sup>/seg)
- C = Coeficiente de escorrentía superficial
- I = Intensidad pluvial máxima
- A = Área total de la cuenca (m<sup>2</sup>)

*Propuesta de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina, departamento de Masaya, con una vida útil de 8 años.*

<b>Uso del suelo.</b>	<b>Us</b>
Vegetación densa, bosque, cafetal con sombra, pastos.	0.04
Maleza, arbustos, (solar baldío), cultivos perennes, parques, cementerios, campos deportivos.	0.06
Sin vegetación con cultivos anuales.	0.1
Zona suburbanas (viviendas, negocios)	0.2
Casco urbano y zonas industriales.	0.3-0.5
<b>Tipo de suelo.</b>	<b>Ts</b>
Permeable (terreno arenoso, ceniza volcánica, pómez).	1
Semipermeable (terreno arcilloso arenoso).	1.25
Impermeable (terreno arcilloso, limoso, margá).	1.5
<b>Pendiente del terreno (%)</b>	<b>Pt</b>
0.0-3.0	1
3.1-5.00	1.5
5.1-10.0	2
10.1-20.0	2.5
20.1 y más.	3
<b>C = Us*Ts*Pt</b>	

*Tabla 40. Tabla de coeficientes de escorrentía propuesta por el reglamento de drenaje pluvial de la alcaldía de Managua. (2020). Fuente: Alcaldía de Managua*

$$C = U_S * T_S * P_S$$

$U_S$  = Uso del suelo

$T_S$  = Tipo del suelo

$P_S$  = Pendiente del terreno

$$C = (0.04) * (1.25) * (2.5)$$

$$C = 0.125$$

### **Tiempo de concentración**

$$T_c = 0.0041 \left[ \frac{3.28 L}{\sqrt{S_c}} \right]^{0.77}$$

Donde:

$T_c =$  Tiempo en minutos

$L_c =$  Longitud del cauce

$S_c =$  Pendiente

$$T_c = 0.0041 \left[ \frac{3.28 (145.84)}{\sqrt{0.064}} \right]^{0.77}$$

$T_c = 1.37$  minutos

### **Intensidad pluvial máxima**

La intensidad de diseño se calcula en base al dato obtenido del tiempo de concentración que se ha calculado, equivalente a 1.37 minutos y también se calcula con el valor de las intensidades de lluvia de la zona de estudio, para el municipio de Catarina, la estación pluviométrica correspondiente es la de Masatepe (Campos Azules), de dicho municipio. Los valores se muestran en la tabla xxx, dichos datos fueron proporcionados por el Instituto de Estudios Territoriales (INETER).

Seguidamente se mostrará el cálculo para elaborar la curva de Intensidad – Duración – Frecuencia, utilizando la distribución Gumbel y ajustes de mínimos cuadrados por el método de Chow, en la gráfica xx se muestran los datos, para un periodo de retorno de 50 años

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
INETER**

**INTENSIDADES MAXIMAS ANUALES DE PRECIPITACIÓN (mm).**

**ESTACION : MASATEPE (Campos Azules).**

**Latitud : 11° 53' 59"**

**CODIGO : O69 129**

**Longitud : 86° 08' 59"**

**Periodo :1971 - 2017**

**Elevación : 470 msnm**

**Tipo : AG.**

<b>AÑOS</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>120</b>
1971	127.1	105.4	85.8	62.9	43.1	27.2
1972	127.1	105.4	85.8	62.9	43.1	27.2
1973	127.1	105.4	85.8	62.9	43.1	27.2
1974	114.0	108.0	92.0	79.0	44.0	27.5
1975	120.0	93.0	76.0	64.0	32.0	16.2
1976	130.8	93.0	66.0	40.8	36.9	25.6
1977	120.0	106.8	86.4	58.0	38.3	24.7
1978	120.0	99.0	76.4	57.4	40.7	28.1
1979	120.0	78.0	52.0	42.0	24.0	21.5
1980	144.0	114.0	100.0	62.8	49.5	28.9
1981	126.0	107.4	78.4	48.8	33.8	21.7
1982	193.2	136.2	111.2	80.8	56.2	31.1
1983	117.6	86.4	70.4	63.2	55.1	42.4
1984	120.0	92.4	81.6	57.6	32.2	29.2
1985	123.6	105.0	90.8	84.8	51.8	17.3
1986	145.2	112.8	97.2	74.2	40.3	22.3
1987	150.0	114.0	108.0	74.2	43.8	22.6
1988	174.0	116.4	79.2	58.6	30.3	24.0
1989	120.0	120.0	120.0	85.6	73.3	38.6
1990	192.0	142.2	119.2	69.2	36.0	24.0
1991	204.0	149.4	116.4	78.0	56.0	34.5
1992	219.0	153.0	139.2	95.6	87.3	52.8
1993	108.0	85.8	84.0	51.2	21.8	13.9
1994	120.0	113.4	103.6	74.2	55.0	36.7
1995	120.0	103.8	78.4	61.6	39.7	34.4
1996	174.0	125.4	93.6	54.4	41.6	24.2
1997	117.6	107.2	102.0	89.2	69.2	36.9
1998	120.0	117.6	94.4	78.2	70.5	36.3
1999	104.4	88.8	88.0	82.8	79.3	43.0
2000	146.4	120.4	114.0	63.4	41.9	22.1
2001	120.0	115.8	114.4	76.2	54.3	31.8
2002	121.2	99.0	76.8	52.4	44.1	31.5
2003	112.8	94.8	77.6	62.0	44.8	27.3
2004	121.2	115.2	84.8	80.8	66.1	37.9
2005	118.8	115.8	104.0	76.8	45.7	29.8
2006	111.6	91.8	90.4	67.2	43.7	23.3
2007	126.0	117.6	113.2	78.4	62.9	32.3
2008	112.8	110.4	88.0	69.2	56.8	45.9
2009	156.0	116.4	97.6	76.2	45.1	26.0
2010	188.4	116.4	98.0	68.4	38.9	15.9
2011	117.6	116.4	116.0	66.4	35.7	22.5
2012	108.0	94.8	94.4	67.8	45.0	22.7
2013	116.4	112.2	97.6	58.2	43.1	27.6
2014	172.8	127.2	102.8	66.0	51.4	40.1
2015	140.4	106.2	89.6	70.2	49.4	32.2

*Tabla 41. Intensidades máximas anuales de precipitación (mm). Fuente: Ineter*

**Cálculos de las intensidades máximas anuales de la estación Campos Azules – Masatepe. Usando el método estadístico de distribución de Gumbel para un periodo de retorno de 50 años.**

**Para datos de 5 minutos**

$$Tr = 50 \text{ años}$$

$$x = 135.31333$$

$$S_x = 28.52207$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} * S_x}{\pi} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6} * 28.52207}{\pi} = 22.23857$$

$$\mu = x - 0.5772 * \alpha = 135.31333 - (0.5772 * 22.23857) = 122.47723$$

$$y = \frac{(I - \mu)}{\alpha}$$

Despejando I se Obtiene

$$I = y * \alpha + \mu$$

$$F(x) = \left( \frac{T - 1}{T} \right) = \frac{50 - 1}{50} = 0.98$$

$$y = -Ln[-Ln(F(x))] = -Ln[-Ln(0.98)]$$

$$y = 3.9019$$

$$I = (3.9019 * 22.23857) + 122.47723$$

$$I = 209.250 \text{ mm/hr}$$

**Para datos de 10 minutos**

$$Tr = 50 \text{ años}$$

$$x = 110.12444$$

$$S_x = 15.81462$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} * S_x}{\alpha} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6} * 15.81462}{\pi} = 12.33061$$

$$\mu = x - 0.5772 * \alpha = 110.12444 - (0.5772 * 12.33061) = 103.00721$$

$$y = \frac{(I - \mu)}{\alpha}$$

Despejando I se Obtiene

$$I = y * \alpha + \mu$$

$$F(x) = \left( \frac{T - 1}{T} \right) = \frac{50 - 1}{50} = 0.98$$

$$y = -\text{Ln}[-\text{Ln}(F(x))] = -\text{Ln}[-\text{Ln}(0.98)]$$

$$y = 3.9019$$

$$I = (3.9019 * 12.33061) + 103.00721$$

$$I = 151.120 \text{ mm/hr}$$

**Para datos de 15 minutos**

$$\text{Tr} = 50 \text{ años}$$

$$x = 93.8$$

$$S_x = 16.62599$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} * S_x}{\alpha} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6} * 16.62599}{\pi} = 12.96323$$

$$\mu = x - 0.5772 * \alpha = 93.8 - (0.5772 * 12.96323) = 86.31762$$

$$y = \frac{(I - \mu)}{\alpha}$$

Despejando I se Obtiene

$$I = y * \alpha + \mu$$

$$F(x) = \left(\frac{T-1}{T}\right) = \frac{50-1}{50} = 0.98$$

$$y = -\text{Ln}[-\text{Ln}(F(x))] = -\text{Ln}[-\text{Ln}(0.98)]$$

$$y = 3.9019$$

$$I = (3.9019 * 12.96323) + 86.31762$$

$$I = 136.899 \text{ mm/hr}$$

### **Para datos de 30 minutos**

$$Tr = 50 \text{ años}$$

$$x = 67.87778$$

$$S_x = 12.02932$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} * S_x}{\alpha} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6} * 12.02932}{\pi} = 9.37922$$

$$\mu = x - 0.5772 * \alpha = 67.87778 - (0.5772 * 9.37922) = 62.46409$$

$$y = \frac{(I - \mu)}{\alpha}$$

### Despejando I se Obtiene

$$I = y * \alpha + \mu$$

$$F(x) = \left(\frac{T-1}{T}\right) = \frac{50-1}{50} = 0.98$$

$$y = -\text{Ln}[-\text{Ln}(F(x))] = -\text{Ln}[-\text{Ln}(0.98)]$$

$$y = 3.9019$$

$$I = (3.9019 * 9.37922) + 62.46409$$

$$I = 99.06087 \text{ mm/hr}$$

### **Para datos de 60 minutos**

$$Tr = 50 \text{ años}$$

$$x = 47.48444$$

$$S_x = 13.79227$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} * S_x}{\alpha} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6} * 13.79227}{\pi} = 10.75379$$

$$\mu = x - 0.5772 * \alpha = 47.48444 - (0.5772 * 10.75379) = 41.2773$$

$$y = \frac{(I - \mu)}{\alpha}$$

Despejando I se Obtiene

$$I = y * \alpha + \mu$$

$$F(x) = \left( \frac{T - 1}{T} \right) = \frac{50 - 1}{50} = 0.98$$

$$y = -Ln[-Ln(F(x))] = -Ln[-Ln(0.98)]$$

$$y = 3.9019$$

$$I = (3.9019 * 10.75379) + 41.2773$$

$$I = 83.238 \text{ mm/hr}$$

### **Para datos de 120 minutos**

$$Tr = 50 \text{ años}$$

$$x = 29.08667$$

$$S_x = 8.23528$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} * S_x}{\alpha} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6} * 8.23528}{\pi} = 6.42102$$

$$\mu = x - 0.5772 * \alpha = 29.08667 - (0.5772 * 6.42102) = 25.38046$$

$$y = \frac{(I - \mu)}{\alpha}$$

Despejando I se Obtiene

$$I = y * \alpha + \mu$$

$$F(x) = \left(\frac{T - 1}{T}\right) = \frac{50 - 1}{50} = 0.98$$

$$y = -Ln[-Ln(F(x))] = -Ln[-Ln(0.98)]$$

$$y = 3.9019$$

$$I = (3.9019 * 6.42102) + 25.38046$$

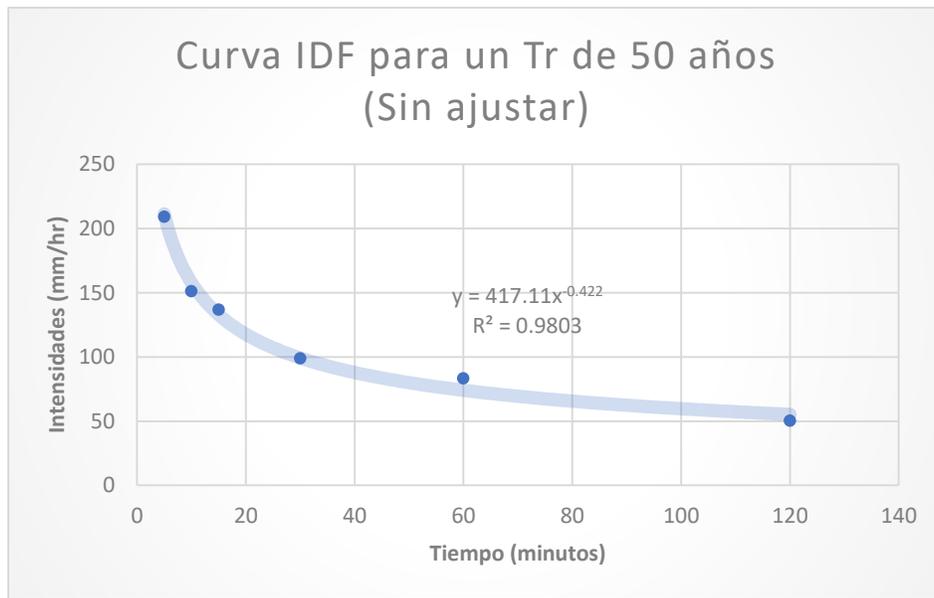
$$I = 50.435 \text{ mm/hr}$$

Estación Pluviométrica de Campos Azules - Masatepe						
Intensidades de lluvias obtenidas a través de la distribución de Gumbel						
Tr (año)	Duración en minutos					
50	5	10	15	30	60	120
I (mm/hr)	209.25	151.12	136.899	99.061	83.238	50.435

d	R <sup>2</sup>
1	0.9818
2	0.9825
3	0.9827
4	0.9825
6	0.9814
7	0.9807
9	0.9791
12	0.9765

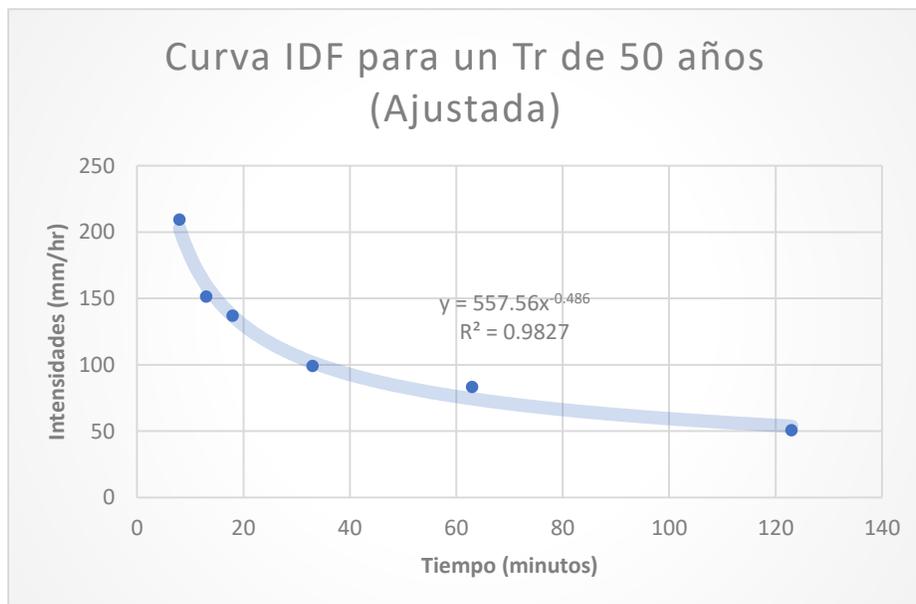
I (mm/hr)	tc (min)	d	tc + d
209.25	5	3	8
151.12	10	3	13
136.899	15	3	18
99.061	30	3	33
83.238	60	3	63
50.435	120	3	123

Tablas. Elaboración de la curva Intensidad. Duración – Frecuencia, ajuste de chow, Masatepe (Campos Azules).



Estación Pluviométrica de Campos Azules - Masatepe						
Intensidades de lluvias obtenidas a través de la distribución de Gumbel						
Tr (año)	Duración en minutos					
50	5	10	15	30	60	120
I (mm/hr)	202.95	160.293	136.845	101.928	74.441	53.777

Tablas. Elaboración de la curva Intensidad. Duración – Frecuencia, ajuste de chow, Masatepe (Campos Azules).



$$I = \frac{A}{(Tc + d)^n}$$

$$I = \frac{557.56}{(1.37 + 3)^{0.486}}$$

$$I = 272.28 \text{ mm/hr}$$

$$I = 7.56 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

### Área de la cuenca en estudio

$$A = 8906.3106 \text{ m}^2$$

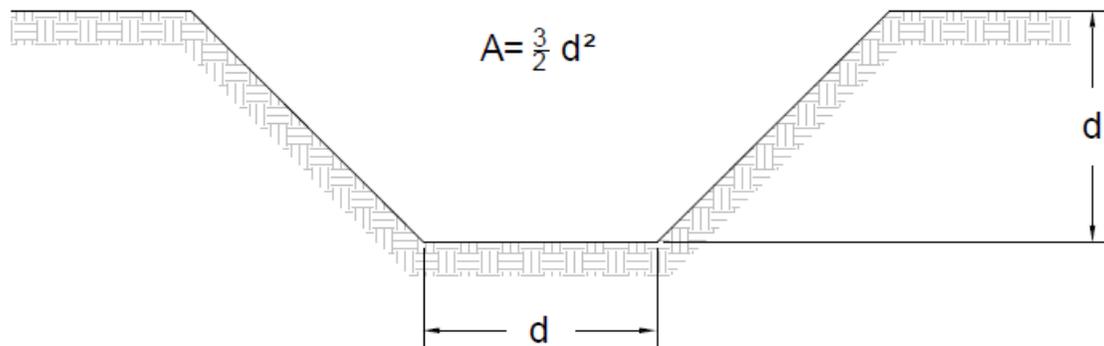
### Caudal máximo de diseño

$$Q = C I A$$

$$Q = (0.125) * (7.56 \times 10^{-5} \text{ m/s})(8906.3106 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0.0842 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para un canal trapezoidal se tiene el cálculo del área y de su radio hidráulico igual a:



$$Rh = \frac{3d}{2(1 + \sqrt{5})} = 0.4635 d$$

Sustituyendo datos en la ecuación, se obtiene:

Para un valor de  $n = 0.023$

$$0.0842 = \frac{\left(\frac{3}{2} * d^2\right) * (0.4635)^{2/3} * (0.02)^{1/2}}{0.023}$$

$$0.0842 = 5.524d^{\frac{8}{3}}$$

$$d = 0.20 \text{ m}$$

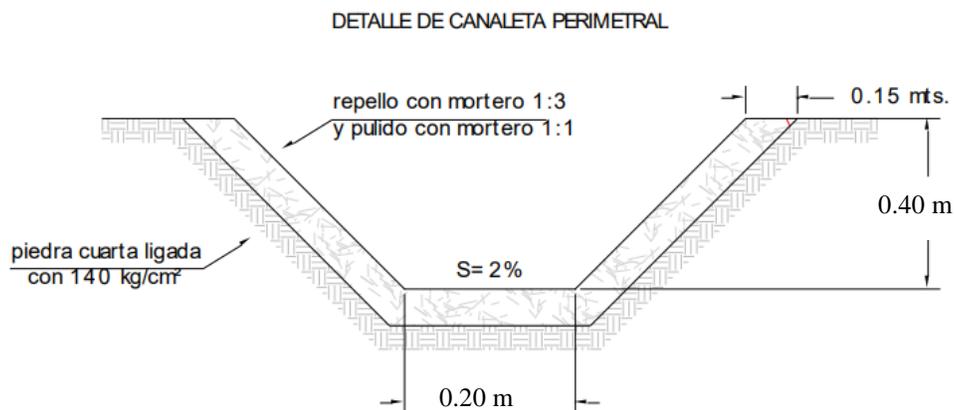
Para un valor de  $n = 0.015$

$$0.15 = \frac{\left(\frac{3}{2} * d^2\right) * (0.4635)^{2/3} * (0.02)^{1/2}}{0.015}$$

$$0.0842 = 8.469 d^{\frac{8}{3}}$$

$$d = 0.17 \text{ m}$$

Escogiendo el valor maximo ( $d = 0.20 \text{ m}$ ), se muestra en las siguiente figura, donde se detalla el diseño de la canaleta para el drenaje de las aguas de lluvia tanto en la periferia del terreno, asi como dentro del mismo que viene siendo la canaleta provisional.



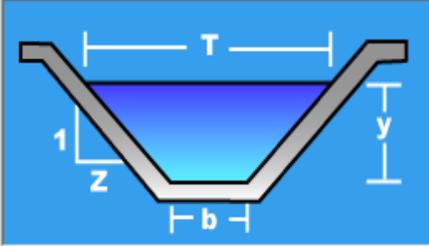
*Propuesta de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina, departamento de Masaya, con una vida útil de 8 años.*

Lugar:	<input type="text" value="Catarina"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Relleno Sanitario"/>
Tramo:	<input type="text" value="Perimetral"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0842"/>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.20"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.013"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0002"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4019"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.3368"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.2419"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1810"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.0038"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.3481"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2264"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.4081"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

 <b>Calcular</b>	 <b>Limpiar Pantalla</b>	 <b>Imprimir</b>	 <b>Menú Principal</b>	 <b>Calculadora</b>
---	---	---	---	--

Ingresar el tipo de material del canal	12:34 p.m.	14/5/2020
--	------------	-----------

*Figura 70. Dimensionamiento del canal provisional del relleno sanitario, Catarina. Extraído de Hcanales versión 3.0. (2020). Fuente: Propia.*

#### **1.2.7.3.4. Drenaje para líquidos lixiviados.**

En este caso se utilizará el método simplificado para estimación de líquidos percollados con el fin de poder obtener un resultado seguro.

#### **Método simplificado para estimación de líquidos percollados.**

Este método se basa en una relación empírica que establece que el líquido percollado es una función directa de la compactación.

$$Q = K * P * A$$

Q = Precipitación media anual mm.

A = Área del terreno m<sup>2</sup>

K = Coeficiente que depende del grado de compactación

Q = Caudal de lixiviados producidos

Grado de compactación	Valores de "K"
Mayor a 0.7 kg/m <sup>2</sup>	15% - 25%
0.7 – 0.4 kg/m <sup>2</sup>	25% - 50 %

#### **Volumen de lixiviados**

#### **Cálculo de 1ra Trinchera. Año 2021**

$$A = 818.400 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{\left[ (1.463 \text{ m}^3/\text{año}) (818.40 \text{ m}^2) (0.35) \right]}{365 \text{ día/año}}$$

$$Q = \frac{1.15 \text{ m}^3/\text{dia}}{2}$$

$$Q = 0.57 \text{ m}^3/\text{dia}$$

### **Cálculo de 2da Trincheras clínicas.**

$$A = 432.640 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{[(1.463 \text{ m}^3/\text{año}) (432.640 \text{ m}^2) (0.35)]}{365 \text{ dia/año}}$$

$$Q = \frac{0.607 \text{ m}^3/\text{dia}}{2}$$

$$Q = 0.303 \text{ m}^3/\text{dia}$$

### **Cálculo de 2da Trincheras. Año 2022**

$$A = 834.720 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{[(1.463 \text{ m}^3/\text{año}) (834.720 \text{ m}^2) (0.35)]}{365 \text{ dia/año}}$$

$$Q = \frac{1.171 \text{ m}^3/\text{dia}}{2}$$

$$Q = 0.586 \text{ m}^3/\text{dia}$$

### **Cálculo de 3ra Trinchera. Año 2023**

$$A = 859.500 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{\left[ (1.463 \text{ m}^3/\text{año}) (859.500 \text{ m}^2) (0.35) \right]}{365 \text{ dia/año}}$$

$$Q = \frac{1.206 \text{ m}^3/\text{dia}}{2}$$

$$Q = 0.603 \text{ m}^3/\text{dia}$$

### **Cálculo de 4ta Trinchera. Año 2024**

$$A = 884.640 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{\left[ (1.463 \text{ m}^3/\text{año}) (884.640 \text{ m}^2) (0.35) \right]}{365 \text{ dia/año}}$$

$$Q = \frac{1.241 \text{ m}^3/\text{dia}}{2}$$

$$Q = 0.621 \text{ m}^3/\text{dia}$$

### **Cálculo de 5ta Trinchera. Año 2025**

$$A = 918.720 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{\left[ \left( 1.463 \frac{m^3}{\text{año}} \right) (918.720 \text{ m}^2) (0.35) \right]}{365 \text{ dia/año}}$$

$$Q = \frac{1.289 \frac{m^3}{\text{dia}}}{2}$$

$$Q = 0.644 \frac{m^3}{\text{dia}}$$

### **Cálculo de 6ta Trinchera. Año 2026**

$$A = 953.440 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{\left[ \left( 1.463 \frac{m^3}{\text{año}} \right) (953.440 \text{ m}^2) (0.35) \right]}{365 \text{ dia/año}}$$

$$Q = \frac{1.336 \frac{m^3}{\text{dia}}}{2}$$

$$Q = 0.669 \frac{m^3}{\text{dia}}$$

### **Cálculo de 7ma Trinchera. Año 2027**

$$A = 997.740 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{\left[ \left( 1.463 \frac{m^3}{\text{año}} \right) (997.740 \text{ m}^2) (0.35) \right]}{365 \text{ dia/año}}$$

$$Q = \frac{1.400 \frac{m^3}{\text{dia}}}{2}$$

$$Q = 0.700 \text{ m}^3/\text{día}$$

Cálculo de 8va Trinchera. Año 2028

$$A = 810.120 \text{ m}^2$$

$$P = 1463.8 \text{ mm} \sim 1.463 \text{ m / año}$$

$$K = 0.35$$

$$Q = \frac{[(1.463 \text{ m}^3/\text{año}) (810.120 \text{ m}^2) (0.35)]}{365 \text{ día/año}}$$

$$Q = \frac{1.136 \text{ m}^3/\text{día}}{2}$$

$$Q = 0.568 \text{ m}^3/\text{día}$$

<b>Q LIXIVIADO</b>		
	<b>m3/día</b>	<b>litros/seg</b>
<b>TR1</b>	0.570	0.0065972
<b>TCLI</b>	0.303	0.0035069
<b>TR2</b>	0.586	0.0067824
<b>TR3</b>	0.603	0.0069791
<b>TR4</b>	0.621	0.0071875
<b>TR5</b>	0.644	0.0074537
<b>TR6</b>	0.669	0.0077430
<b>TR7</b>	0.700	0.0081018
<b>TR8</b>	0.568	0.0065740

*Tabla 42. Tabla de caudales generados por cada trinchera. (2020). Fuente: Propia*

### **Dimensionamiento de la primera red de lixiviado**

Se procede hacer el cálculo del dimensionamiento de la red de lixiviado que drenara cada trinchera hacia la laguna de lixiviados, se aclara que, para este relleno sanitario, se diseñaran dos lagunas, por ende, se presenta dos memorias de cálculos para cada una.

TRAMO	TRAMO		LONG (m)		CAUDALES (LPS)
	Del No.	Al No.	Serv	Acum	Qdis.
1	CR-1	PVS-1	8.2293	8.23	0.006979
2	PVS-1	PVS-2	10.8643	19.09	0.006979
3	CR-2	PVS-2	7.2936	26.39	0.006782
4	PVS-2	PVS-3	12.9227	39.31	0.013762
5	PVS-3	PVS-4	16.6140	16.614	0.013762
6	CLINI	PVS-4	7.9176	24.5316	0.003507
7	CR-3	PVS-5	9.9779	34.5095	0.006597
8	PVS-5	PVS-4	3.4179	37.9274	0.006597
			77.24		

*Tabla 43. Cálculo del dimensionamiento de la red de lixiviado. (2020). Fuente: Propia.*

Q EN CADA POZO DE VISITA		litros/día
litros/seg		
PVS-1	0.0069791	602.9942
PVS-2	0.0137615	1188.9936
PVS-3	0.0137615	1188.9936
PVS-4	0.0238656	2061.9878
PVS-5	0.0065972	569.9981
PTAR	0.0238656	2061.9878

*Tabla 44. Cálculo pozo de visita. (2020). Fuente: Propia.*

### Resultados de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados.

TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD (m)	PENDIENTES (%)		DIÁM. (m)	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis. / Qll	Vdis/Vll	d/D	0.25V2/2g CM
	De	A	A. ARR.	A. ABA		TERRENO	TUBO		Qdis.	Qll	Vll	Vdis.				
1	CR-1	PVS-1	451.20	451.10	8.23	1.2	10.9	0.10	0.007	24.674	3.14	0.32	0.000	0.100	0.012	0.13
2	PVS-1	PVS-2	451.10	450.40	10.86	6.4	6.0	0.10	0.007	18.250	2.32	0.23	0.000	0.100	0.012	0.07
3	CR-2	PVS-2	450.20	450.40	7.29	-2.7	3.4	0.10	0.007	13.814	1.76	0.21	0.000	0.121	0.016	0.06
4	PVS-2	PVS-3	450.40	449.80	12.92	4.6	4.3	0.20	0.014	97.737	3.11	0.24	0.000	0.077	0.008	0.07
5	PVS-3	PVS-4	449.80	449.60	16.61	1.2	1.2	0.20	0.014	51.980	1.65	0.17	0.000	0.100	0.012	0.04
6	CLINI	PVS-4	449.20	449.60	7.92	-5.1	4.4	0.10	0.004	15.687	2.00	0.20	0.000	0.100	0.012	0.05
7	CR-3	PVS-5	449.20	449.20	9.98	0.0	2.5	0.10	0.007	11.810	1.50	0.20	0.001	0.131	0.018	0.05
8	PVS-5	PVS-4	449.20	449.60	3.42	-11.7	2.9	0.15	0.007	37.628	2.13	0.19	0.000	0.089	0.010	0.05

Tabla 45. Resultados de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.

Nota. El procedimiento del cálculo hidráulico de la red de lixiviado se ha realizado de acuerdo a las normativas de diseño correspondiente, excepto el de la velocidad de diseño que en este caso estamos hablando de un líquido percollado (Lixiviado), que es generado por la descomposición de la basura, caso que el caudal que se genera a diario es mínimo.

### Resultados de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados.

PVS		ELEVACIÓN		LONG (m)	PEND. (%)		DIÁM. (m)	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD		TIRANTE m/m	PEND m/m	ANG Rad	A.MOJ m2	P.MOJ m	RH m	T N/m²
De	A	A. ARR.	A. ABA		TERR	TUBO		CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.							
									NS	NE										
CR-1	PVS-1	451.20	451.10	8.23	1.2	10.9	0.10	450.750	449.850	450.650	449.750	0.55	1.35	0.0012	0.109	0.439	0.000017	0.0220	0.0008	0.85
PVS-1	PVS-2	451.10	450.40	10.86	6.4	6.0	0.10	449.800	449.150	449.700	449.050	1.40	1.35	0.0012	0.060	0.439	0.000017	0.0220	0.0008	0.47
CR-2	PVS-2	450.20	450.40	7.29	-2.7	3.4	0.10	449.750	449.500	449.650	449.400	0.55	1.00	0.0016	0.034	0.507	0.000027	0.0254	0.0011	0.36
PVS-2	PVS-3	450.40	449.80	12.92	4.6	4.3	0.20	449.200	448.650	449.000	448.450	1.40	1.35	0.0016	0.043	0.358	0.000038	0.0358	0.0011	0.44
PVS-3	PVS-4	449.80	449.60	16.61	1.2	1.2	0.20	448.600	448.400	448.400	448.200	1.40	1.40	0.0024	0.012	0.439	0.000070	0.0439	0.0016	0.19
CLINI	PVS-4	449.20	449.60	7.92	-5.1	4.4	0.15	448.800	448.450	448.650	448.300	0.55	1.30	0.0018	0.044	0.439	0.000039	0.0329	0.0012	0.52
CR-3	PVS-5	449.20	449.20	9.98	0.0	2.5	0.10	448.750	448.500	448.650	448.400	0.55	0.80	0.0018	0.025	0.538	0.000032	0.0269	0.0012	0.29
PVS-5	PVS-4	449.20	449.60	3.42	-11.7	2.9	0.10	448.300	448.200	448.200	448.100	1.00	1.50	0.0010	0.029	0.401	0.000013	0.0200	0.0007	0.19

Tabla 46. Resultado de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.

### Dimensionamiento de la segunda red de lixiviado

TRAMO	TRAMO		LONG (m)		CAUDALES (LPS)
	Del No.	Al No.	Serv	Acum	Qdis.
18	CR-8	PVS-6	27.35	27.35	0.0065740
19	PVS-6	PVS-7	20.32	47.67	0.0065740
20	PVS-7	CR-9	4.98	52.65	0.0065740
9	CR-4	PVS-8	4.16	56.82	0.0071875
10	PVS-8	PVS-9	24.5242	24.5242	0.0071875
11	CR-5	PVS-9	3.1617	27.6859	0.0074537
12	PVS-9	PVS-10	25.3174	53.0033	0.0146412
13	CR-6	PVS-10	4.1286	57.1319	0.0081018
14	PVS-10	PVS-11	6.43	63.5614	0.0227430
15	CR-7	PVS-11	4.2117	67.7731	0.0077430
16	PVS-11	PVS-12	14.7529	82.526	0.0304860
17	PVS-12	CR-9	4.88	87.406	0.0304860
			144.22		

*Tabla 47. Dimensionamiento de la segunda red de lixiviado. (2020). Fuente: Propia.*

Q EN CADA POZO DE VISITA		litros/día
	litros/seg	
PVS-6	0.0065740	567.9936
PVS-7	0.0065740	567.9936
PVS-8	0.0071875	621.0000
PVS-9	0.0146412	1264.9997
PVS-10	0.0227430	1964.9952
PVS-11	0.0304860	2633.9904
PVS-12	0.0304860	2633.9904
PTAR	0.0370600	3201.9840

*Tabla 48. Q en cada pozo de visita. (2020). Fuente: Propia.*

### Resultados de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados.

TRAMO	PVS		ELEVACIÓN		LONGITUD (m)	PENDIENTES (%)		DIÁM. (m)	CAUDAL (l/s)		VELOC.(m/s)		Qdis. / Qll	Vdis/Vll	d/D	0.25V2/2g CM
	De	A	A. ARR.	A. ABA		TERRENO	TUBO		Qdis.	Qll	Vll	Vdis.				
18	CR-8	PVS-6	450.20	449.50	27.35	2.6	5.5	0.10	0.007	17.473	2.22	0.22	0.000	0.100	0.012	0.06
19	PVS-6	PVS-7	449.50	448.50	20.32	4.9	4.7	0.10	0.007	16.131	2.05	0.21	0.000	0.100	0.012	0.05
20	PVS-7	CR-9	448.50	447.50	4.98	20.1	3.0	0.10	0.007	12.948	1.65	0.20	0.001	0.121	0.016	0.05
9	CR-4	PVS-8	451.20	454.60	4.16	-81.7	1.2	0.10	0.007	8.177	1.04	0.14	0.001	0.131	0.018	0.02
10	PVS-8	PVS-9	454.60	454.60	24.52	0.0	1.8	0.10	0.007	10.107	1.29	0.17	0.001	0.131	0.018	0.04
11	CR-5	PVS-9	451.20	454.60	3.16	-107.5	4.7	0.10	0.007	16.252	2.07	0.25	0.000	0.121	0.016	0.08
12	PVS-9	PVS-10	454.60	453.60	25.32	3.9	1.8	0.15	0.015	29.328	1.66	0.20	0.000	0.121	0.016	0.05
13	CR-6	PVS-10	450.20	453.60	4.13	-82.4	3.6	0.10	0.008	14.222	1.81	0.24	0.001	0.131	0.018	0.07
14	PVS-10	PVS-11	453.60	453.60	6.43	0.0	5.4	0.20	0.023	110.535	3.52	0.31	0.000	0.089	0.010	0.12
15	CR-7	PVS-11	450.20	453.60	4.21	-80.7	3.6	0.10	0.008	14.081	1.79	0.24	0.001	0.131	0.018	0.07
16	PVS-11	PVS-12	453.60	448.50	14.75	34.6	9.2	0.20	0.030	143.312	4.56	0.41	0.000	0.089	0.010	0.21
17	PVS-12	CR-9	448.50	447.50	4.88	20.5	10.2	0.20	0.030	151.646	4.83	0.43	0.000	0.089	0.010	0.24

Tabla 49. Resultado de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.

### Resultados de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados.

PVS		ELEVACIÓN		LONG (m)	PEND. (%)		DIÁM. (m)	ELEVACIONES				PROFUNDIDAD		PIRANTE m/m	PEND m/m	ANG Rad	A.MOJ m2	P.MOJ m	RH m	T N/m²
De	A	A. ARR.	A. ABA		TERR	TUBO		CORONA		INVERT		A. ARR.	A. ABAJ.							
CR-8	PVS-6	450.20	449.50	27.35	2.6	5.5	0.1	449.750	448.250	449.650	448.150	0.55	1.35	0.0012	0.055	0.439	0.000017	0.0220	0.0008	0.43
PVS-6	PVS-7	449.50	448.50	20.32	4.9	4.7	0.1	448.200	447.250	448.100	447.150	1.40	1.35	0.0012	0.047	0.439	0.000017	0.0220	0.0008	0.37
PVS-7	CR-9	448.50	447.50	4.98	20.1	3.0	0.1	447.200	447.050	447.100	446.950	1.40	0.55	0.0016	0.030	0.507	0.000027	0.0254	0.0011	0.31
CR-4	PVS-8	451.20	454.60	4.16	-81.7	1.2	0.1	450.750	450.700	450.650	450.600	0.55	4.00	0.0018	0.012	0.538	0.000032	0.0269	0.0012	0.14
PVS-8	PVS-9	454.60	454.60	24.52	0.0	1.8	0.1	450.650	450.200	450.550	450.100	4.05	4.50	0.0018	0.018	0.538	0.000032	0.0269	0.0012	0.21
CR-5	PVS-9	451.20	454.60	3.16	-107.5	4.7	0.1	450.750	450.600	450.650	450.500	0.55	4.10	0.0016	0.047	0.507	0.000027	0.0254	0.0011	0.49
PVS-9	PVS-10	454.60	453.60	25.32	3.9	1.8	0.2	450.200	449.750	450.050	449.600	4.55	4.00	0.0024	0.018	0.507	0.000060	0.0380	0.0016	0.28
CR-6	PVS-10	450.20	453.60	4.13	-82.4	3.6	0.1	449.750	449.600	449.650	449.500	0.55	4.10	0.0018	0.036	0.538	0.000032	0.0269	0.0012	0.42
PVS-10	PVS-11	453.60	453.60	6.43	0.0	5.4	0.2	449.650	449.300	449.450	449.100	4.15	4.50	0.0020	0.054	0.401	0.000053	0.0401	0.0013	0.71
CR-7	PVS-11	450.20	453.60	4.21	-80.7	3.6	0.1	449.750	449.600	449.650	449.500	0.55	4.10	0.0018	0.036	0.538	0.000032	0.0269	0.0012	0.42
PVS-11	PVS-12	453.60	448.50	14.75	34.6	9.2	0.2	449.250	447.900	449.050	447.700	4.55	0.80	0.0020	0.092	0.401	0.000053	0.0401	0.0013	1.19
PVS-12	CR-9	448.50	447.50	4.88	20.5	10.2	0.2	447.650	447.150	447.450	446.950	1.05	0.55	0.0020	0.102	0.401	0.000053	0.0401	0.0013	1.34

Tabla 50. Resultado de cálculos hidráulicos de la red de lixiviados. (2020). Fuente: Propia.

### Diseño hidráulico de red de aspersores.

En las siguientes tablas se presenta el dimensionamiento de 2 redes que transportaran los lixiviados nuevamente hacia las trincheras de manera de riego encima de la superficie de cada una de ellas, este con el objetivo de reutilizar el líquido percolado como un sistema de riego que ayudara a prevenir la contaminación de acuíferos o manantiales de agua cercanas al relleno. En este mismo procedimiento se presentarán el diseño de las bombas, que necesitara para la expulsión de dicho líquido.

TRAMO N°	DE	A	ELEVACION (m)		LONGITUD TOTAL DE TUBERIA (m)	L EQUIVALENTE ACCESORIOS (m)	PERDIDAS TOTALES (mca)
			DE	A			
1	1	2	0	0	12.67	6.39	0.90
2	2	3	0	0	37.2	2.36	1.03
3	3	4	0	0	3	1.14	0.11
4	4	5	0	0	23.8	1.66	2.81
5	5	6	0	0	25.2	1.66	0.82
6	6	7	0	0	38.2	1.66	4.65
<b>CAUDAL TOTAL</b>		<b>22</b>	<b>GPM</b>	<b>CARGA TOTAL DINÁMICA</b>			<b>10.31</b>

DE	A	TOTALES (WSFU)	DEMANDA TOTAL (GPM)	UNIDADES DE MUEBLES PUNTALES	UNIDADES DE MUEBLES RESTANTES	CAUDAL RESTANTE (GPM)
1	2	34	22	0	34	22
2	3	34	22	11	23	16
3	4	23	16	0	23	16
4	5	23	16	7	16	12
5	6	16	12	11	5	6
6	7	5	6	3	2	2

DE	A	CAUDAL RESTANTE (m <sup>3</sup> /s)	DIAMETRO DE TUBERIA (PULG)	DIAMETRO DE TUBERIA (m)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	VELOCIDAD DE FLUJO (FPS)
1	2	0.00013	1.5	0.0381	0.11	0.36
2	3	0.00019	1.5	0.0381	0.17	0.54
3	4	0.00025	1.5	0.0381	0.22	0.73
4	5	0.00032	1	0.0254	0.62	2.04
5	6	0.00038	1	0.0254	0.75	2.45
6	7	0.00044	0.5	0.0127	3.49	11.43

Tabla. Calculo hidráulico de la red de aspersores proveniente de la laguna de lixiviados.  
Fuente propia

PERDIDAS	CTD m	PSI/m	CTD PSI
		10.31	1.43
PMIN	10	1.43	14.3
$\Delta H$	7.3	1.43	10.439
HTANQUE	0	1.43	0
<b>TOTAL</b>	<b>27.61</b>		<b>39.49</b>
<b>CTD TEORICO</b>			
CTD TOTAL	PSI	m	FT
	39.49	27.61	90.57
<b>CTD PROPUESTO</b>			
CTD TOTAL	PSI	m	FT
	34.88	24.39	80.00

Tabla. Cálculo de las pérdidas de presión

<b>CAUDAL TEORICO</b>			
Q TOTAL	GPM	l/s	m3/s
		22	1.39
<b>CAUDAL DE BOMBEO SEGÚN CÓDIGO DE COSTA RICA</b>			
Q TOTAL CON Co=15	GPM	l/s	m3/s
	13.2	0.83	0.00083
<b>POTENCIA MÍNIMA DE LA BOMBA</b>			
Q (m3/s)	n	Ht (m)	Pot (HP)
0.00083	0.75	27.61	0.40
<b>POT. MOTOR=1.15PB</b>			<b>0.46</b>

Tabla. Cálculo de la bomba

<b>TANQUE (S) HIDRONEUMÁTICO (S)</b>	
Pinicio psi	Pparo psi
20	40
Multiplicador X	T funcionamiento min
0.37	1
Qbomba GPM	Vol mín tanque gal
13.2	35.68
Vol tanq prop gal	Cant de tanques
45	1
<b>TANQUE STA-RITE MODELO PSP 45-T52</b>	

Tabla. Cálculo del tanque hidroneumático. Fuente propia

### Diseño hidráulico de la segunda red de aspersores.

TRAMO N°	DE	A	ELEVACION (m)		LONGITUD TOTAL DE TUBERIA (m)	L EQUIVALENTE ACCESORIOS (m)	PERDIDAS TOTALES (mca)
			DE	A			
1	1	2	0	0	16.04	6.2	1.23
2	2	3	0	0	24.7	1.97	0.86
3	3	4	0	0	27.1	1.84	1.08
4	4	5	0	0	5.8	2.18	0.30
5	5	6	0	0	26.2	1.84	0.86
6	6	7	0	0	39.6	1.94	0.67
<b>CAUDAL TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>GPM</b>	<b>CARGA TOTAL DINÁMICA</b>			<b>4.99</b>

TRAMO N°	DE	A	TOTALES (WSFU)	DEMANDA TOTAL (GPM)	UNIDADES DE MUEBLES PUNTUALES (WSFU)	UNIDADES DE MUEBLES RESTANTES (WSFU)	CAUDAL RESTANTE (GPM)	CAUDAL RESTANTE (m3/s)
1	1	2	38	24	0	38	24	0.00151
2	2	3	38	24	11.4	26.6	18	0.00114
3	3	4	26.6	18	10.6	16	12	0.00076
4	4	5	16	12	0	16	12	0.00076
5	5	6	16	12	9	7	6	0.00038
6	6	7	7	6	5	2	2	0.00013

TRAMO N°	DE	A	DIAMETRO DE TUBERIA (PULG)	DIAMETRO DE TUBERIA (m)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	VELOCIDAD DE FLUJO (FPS)
1	1	2	1.5	0.0381	1754.24	5753.91
2	2	3	1.5	0.0381	2631.36	8630.86
3	3	4	1.25	0.03175	5052.21	16571.26
4	4	5	1.25	0.03175	6315.27	20714.07
5	5	6	1	0.0254	11841.12	38838.89
6	6	7	0.75	0.01905	24559.37	80554.73

Tabla 51. Calculo hidráulico de la red de aspersores proveniente de la laguna de lixiviados. (2020). Fuente propia

CAUDAL TEORICO			
Q TOTAL	GPM	l/s	m3/s
		24	1.51
CAUDAL DE BOMBEO SEGÚN CÓDIGO DE COSTA RICA			
Q TOTAL CON Co=15	GPM	l/s	m3/s
	14.4	0.91	0.00091
POTENCIA MÍNIMA DE LA BOMBA			
Q (m3/s)	n	Ht (m)	Pot (HP)
0.00091	0.75	17.39	0.28
POT. MOTOR=1.15PB			0.32

Tabla 52. Cálculo de la bomba. (2020). Fuente: Propia.

PERDIDAS	CTD m	PSI/m	CTD PSI
	4.99	1.43	7.14
PMIN	10	1.43	14.3
$\Delta H$	2.4	1.43	3.432
HTANQUE	0	1.43	0
<b>TOTAL</b>	<b>17.39</b>		<b>24.87</b>
<b>CTD TEORICO</b>			
CTD TOTAL	PSI	m	FT
	24.87	17.39	57.05
<b>CTD PROPUESTO</b>			
CTD TOTAL	PSI	m	FT
	34.88	24.39	80.00

*Tabla 53. Cálculo de pérdida de presión. (2020). Fuente: Propia.*

<b>TANQUE (S) HIDRONEUMÁTICO (S)</b>	
<b>Pinicio psi</b>	<b>Pparo psi</b>
20	40
<b>Multiplicador X</b>	<b>T funcionamiento min</b>
0.37	1
<b>Qbomba GPM</b>	<b>Vol mín tanque gal</b>
14.4	38.92
<b>Vol tanq prop gal</b>	<b>Cant de tanques</b>
45	1
<b>TANQUE STA-RITE MODELO PSP 85-T</b>	

*Tabla 54. Cálculo del tanque hidroneumático. (2020). Fuente propia*

Notas:

En resumen: Se debe proponer utilizar 2 bombas para cada una de las redes de aspersores con  $Q = 15$  GPM, con una CTD= 40 PSI y la otra de CTD= 25 PSI, Potencia mínima de 0.4HP.

Se propone conectar 1 tanque hidroneumático de capacidad de entrega 85 gal, a la descarga, con el objetivo de ahorrar energía eléctrica con la disminución del tiempo de bombeo. Este será capaz de trabajar con un diferencial de presión de 20-40 psi. Para ello el equipo de bombeo debe estar provisto de un switch de presión.

Se adjuntan datos técnicos del equipo que se puede utilizar:

### **1.3. Conclusiones.**

De manera general se concluye con lo siguiente:

Del estudio para análisis de sitio realizado se obtuvo que el terreno cuenta con criterios para el desarrollo del diseño del relleno sanitario y se obtuvieron resultados que aprueban la ejecución del proyecto.

Se elaboró una propuesta arquitectónica del relleno sanitario que contará con infraestructuras necesarias para facilitar el almacenamiento y tratamiento adecuado de los residuos sólidos, además de contar con 8 trincheras que tendrán una capacidad para almacenar la cantidad de residuos sólidos que se generen por los habitantes y turistas de Catarina por 8 años.

El proyecto contará con una vialidad que permitirá el funcionamiento de las actividades que se realizaran dentro del terreno, además de una red de distribución de agua potable, red de drenaje pluvial, red de drenaje par lixiviados y red de recolección de aguas negras, un conjunto de sistemas que permitirán que los ambientes que contiene el relleno sanitario cumplan con las funciones para las que han sido diseñadas.

#### **1.4. Recomendaciones.**

A continuación, se enumeran una serie de recomendaciones cuya implementación son vitales para mejorar la calidad ambiental y seguridad de la zona.

- Se recomienda el uso adecuado del relleno sanitario que evitara un impacto ambiental a corto, mediano y largo plazo.
- En lo ambiental, se recomienda a la Alcaldía de Catarina mantener barreras de árboles de mediana y gran altura en puntos estratégicos y aplicar capas de tierra en las trincheras después de su uso para evitar la propagación de malos olores y la dispersión de basuras livianas en el terreno y en sus alrededores, además considerar áreas verdes dentro del relleno sanitario para generar una mejor ventilación dentro de cada una de las infraestructuras.
- Realizar un estudio de suelo para el diseño de los muros de contención que se proponen y verificar algunos aspectos del presente diseño.
- En lo económico, se propone la generación de abono orgánico, la venta y clasificación de desechos y la oferta de plantas ornamentales que ayudaran a mantener la estabilidad del relleno sanitario.
- En lo estético, se propone el uso de tonalidades con un porcentaje bajo de absorción de calor para evitar la acumulación de este en el interior de las infraestructuras.
- Mantener contenedores de basura en puntos estratégicos para evitar botaderos ilegales que den una mala imagen de la zona.
- En lo higiénico, se recomienda mantener un proceso de higiene tanto a las infraestructuras como al personal para evitar daños a futuro.

## **2. MATERIAL COMPLEMENTARIO**

### **2.1. BIBLIOGRAFÍA**

- A.A. (2012). *Topo Equipos*. Recuperado el 05 de Julio de 2020, de <http://www.topoequipos.com/dem/que-es/terminologia/que-es-una-estacion-total>
- AL-TOP TOPOGRAFÍA. (2014). *AL-TOP TOPOGRAFÍA, SA Bofarul*. Recuperado el 08 de Junio de 2020, de <https://www.al-top.com/producto/myzox-tripode-extensible-aluminio-para-teodolitos-y-niveles/>
- American Concrete Institute. (2008). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-08)*.
- American Concrete Institute 318. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14)*.
- Balmaceda O, Urbina I & Vega I. (2019). *Plan de manejo de los residuos sólidos del municipio de Catarina-Masaya*. Catarina.: INTUR.
- BIOSEIF. (2014). *Chaleco reflectivo-Normativas de uso*. Recuperado el 08 de Junio de 2020, de <https://www.bioseif.com.ar/ropa-chalecos-reflectivos-seNalizacion--prod--98#:~:text=SE%C3%91ALIZACION%20%2F%20ROPA%2FCHALECOS%20REFLECTIVOS&text=El%20chaleco%20reflectivo%20es%20una,utiliza%20en%20varias%20ocupacion>
- Catarina, A. d. (2017). *Caracterización Municipal de Catarina*. Catarina.
- Coorporación española. (2014). *Nicaragua. Desarrollo integral de la Chureca*. Recuperado el 06 de Marzo de 2020, de [https://www.xn--cooperacionespaola-10b.es/sites/default/files/la\\_chureca\\_-\\_proyecto\\_de\\_desarrollo\\_integral.pdf](https://www.xn--cooperacionespaola-10b.es/sites/default/files/la_chureca_-_proyecto_de_desarrollo_integral.pdf)
- GEOBAX. (2010). *Bastón prisma topográfico*. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de <https://www.geobax.com/topografia/baston-para-prisma-topografico/#:~:text=Un%20bast%C3%B3n%20porta%20prisma%20topogr%C3%A1fico,la%20parte%20superior%20un%20prisma>.
- GEOBAX. (2010). *Prisma topográfico*. Recuperado el 09 de Junio de 2020, de <https://www.geobax.com/topografia/prisma-topografico/>
- GEOTOP. (2015). *Estación total Leica Flexline TS06*. Recuperado el 14 de Junio de 2020, de <https://geotop.com.pe/producto/estacion-total/estacion-total-leica/flexline/leica-flexline-ts06/>
- Lizana, M. (25 de Mayo de 2016). *La AECID*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2020, de [https://www.aecid.es/ES/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Historias/25\\_Nicaragua.aspx](https://www.aecid.es/ES/Paginas/Sala%20de%20Prensa/Historias/25_Nicaragua.aspx)

McCormac, J. (2011). *Diseño de Concreto Reforzado*. Mexico: Alfaomega.

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2007). *Reglamento Nacional de la Construcción*. Managua.

Saldívar, e. a. (2011). Los rellenos sanitarios: una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos urbanos. *CienciaUAT*, 16.

TRAGSA, A. -G. (2013). *La transformación del vertedero de la Chureca*. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de [https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La\\_Transformacixn\\_del\\_Vertedero\\_de\\_La\\_Chureca.pdf](https://www.aecid.es/galerias/noticias/descargas/2013/La_Transformacixn_del_Vertedero_de_La_Chureca.pdf)

Universidad de los Andes. (20 de Noviembre de 2013). *Topografía*. Recuperado el 13 de Junio de 2020, de <http://topografiaorgg.blogspot.com/2013/11/la-brujula.html>

Universidad de los Andes. (20 de Noviembre de 2013). *Topografía*. Recuperado el 02 de Junio de 2020, de <http://topografiaorgg.blogspot.com/2013/11/la-brujula.html>

## 2.2. ANEXOS.

### ▪ Propuesta de vegetación

A continuación, una tabla de vegetación que presenta el nuevo relleno sanitario del municipio de Catarina dentro del terreno a diseñar.

Propuesta de vegetación		
Nombre	Descripción	Imagen
Guachipilín	Es un árbol medio de 12-20 metros de altura y con un diámetro de tallo hasta 70 cm, su corteza es de color gris con ciertas áreas rojizas, y con unas líneas verticales color blanco o amarillo. Sus flores son de color amarillo, su fruto es una vaina seca e inflada, de unos 6 cm de largo.	 <p><i>Figura 71. Guachipilín. (2018). Fuente: <a href="https://organic-nat.blogspot.com/2013/09/guachipilin.html">https://organic-nat.blogspot.com/2013/09/guachipilin.html</a></i></p>
Madero	Es un árbol pequeño a mediano, de 2-15 m de altura (ocasionalmente hasta 20 m) y 5-30 cm de diámetro (DAP), a menudo con múltiples tallos. Es una especie adaptada a climas húmedos a subhúmedos, a altitudes de 0-1200 msnm.	 <p><i>Figura 72. Madero. (2019). Fuente: <a href="http://bsf.catie.ac.cr/listing/madero-negro-glicicidia-sepium-65252027.html">http://bsf.catie.ac.cr/listing/madero-negro-glicicidia-sepium-65252027.html</a></i></p>

<b>Propuesta de vegetación</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
Cortez amarillo	<p>Árbol de 4–12 m de altura y hasta 70 cm de diámetro, con la corteza gris, fisurada.</p> <p>Características muy propias del guachipilín son su corteza áspera con llamativas fisuras de color amarillo, más evidentes en los árboles jóvenes.</p> <p>Las hojas son compuestas imparipinadas con 20 a 25 folíolos.</p>	 <p><i>Figura 74. Cortez amarillo. (2018). Fuente: <a href="https://historico.elsalvador.com/historico/160994/proteja-el-ambiente-con-flores-y-follaje.html">https://historico.elsalvador.com/historico/160994/proteja-el-ambiente-con-flores-y-follaje.html</a></i></p>
Grama maní forrajero	<p>El Maní Forrajero es una leguminosa herbácea, perenne, de crecimiento rastrero y estolonífero. Tiene una altura entre 20 y 40 cm, posee raíz pivotante que crece hasta 30 cm de profundidad. Las hojas son alternas, compuestas, con cuatro folíolos aovados, de color verde claro a oscuro.</p>	 <p><i>Figura 75. Grama maní forrajero. (2018). Fuente: <a href="https://docplayer.es/97589886-Republica-bolivariana-de-venezuela-universidad-rafael-urdaneta-facultad-de-ingenieria-escuela-de-arquitectura.html">https://docplayer.es/97589886-Republica-bolivariana-de-venezuela-universidad-rafael-urdaneta-facultad-de-ingenieria-escuela-de-arquitectura.html</a></i></p>

<b>Propuesta de vegetación</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
Bambú chino	El tamaño de esta planta puede ser muy variado y poseer una altura que va desde 1 metro, hasta los 25 metros Esta planta posee 2 tipos de hojas. Unas, las que crecen desde las ramas que nacen del tronco o caña y son de color verde y pseudopeciadas. Las otras, crecen desde el tallo, de manera directa y son de color café, basales y coriáceas.	 <p><i>Figura 78. Bambú chino. (2020). Fuente: <a href="https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/g21147964/bambu-de-la-suerte-planta/">https://www.micasarevista.com/ideas-decoracion/g21147964/bambu-de-la-suerte-planta/</a></i></p>
Helecho rizado	Hojas arqueadas, verde claro, pinnadas, muy largas, se componen de folios verdes, situados a cada lado del tallo. Diámetro 100-150 cm. Altura 60-80 cm. Los helechos se reproducen por esporas, o división de mata. No soporta el sol directo, les gusta los lugares bien iluminados.	 <p><i>Figura 79. Helecho rizado. (2020). Fuente: <a href="https://www.pinterest.es/pin/359513982755244479/">https://www.pinterest.es/pin/359513982755244479/</a></i></p>

<b>Propuesta de vegetación</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
Ciprés	Esta especie de conífera es un árbol de hoja perenne que alcanza una altura de hasta 35 metros. Posee hojas pequeñas de 2 a 5 milímetros de longitud, color verde oscuro y textura escamosa, que crecen en brotes redondeados. Los primeros miden entre 3 y 5 milímetros, y los segundos pueden ser ligeramente más pequeños. Generalmente, la forma del árbol es cónica, y aquellos de mayor edad pueden tener un follaje más amplio.	 <p>Figura 82. Ciprés. (2014). Fuente: <a href="https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/">https://www.guiadejardineria.com/la-tuya-cinco-variedades-de-cipreses-en-una-denominacion/</a></p>
Ixora coccínea	Este tipo de especie es una planta arbustiva y se caracteriza por hojas espesas y brillantes de color verde oscuro de 10 cm de largo longitud, logra desarrollar una altura entre 1 a 3 metros. Florece a partir del fin de la primavera –principio del verano produciendo inflorescencias globosas de 5-12 cm de anchura, con flores de color rojo, anaranjado, rosa o amarillo.	 <p>Figura 85. Ixora coccinea (2020). fuente:<a href="https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html">https://www.ecologiaverde.com/planta-ixora-cuidados-1843.html</a></p>

*Tabla 55. Propuesta de árboles. (2020). Fuente: Propia.*

*Propuesta de diseño de un relleno sanitario en el municipio de Catarina,  
departamento de Masaya, con una vida útil de 8 años.*

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL													
Estación: CAMPOS AZULES /						Código: 690129							
Departamento: MASATEPE						Municipio: MASATEPE							
Latitud: 11°53'59"						Longitud: 86°08'59"							
Años: 1983-2019						Elevación: 470 msnm							
Parámetro Precipitación (mm)						Tipo: AG							
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1983							140.0	137.7	292.4	263.1	114.7	36.6	984.5
1984	10.0	1.5	13.9	0.0	53.3	322.1	295.2	189.0	411.2	120.7	21.4	17.0	1455.3
1985	7.2	4.6	1.3	16.0	122.5	145.4	102.3	138.8	109.0	416.7	119.9	42.7	1226.4
1986	2.8	31.1	0.0	0.0	431.7	292.6	74.6	175.7	162.3	105.4	38.6	34.7	1349.5
1987	3.4	0.2	14.1	0.0	71.9	84.9	238.5	295.8	140.6	215.2	14.3	10.7	1089.6
1988	12.1	6.4	0.0	4.0	195.9	516.3	144.8	319.7	283.8	390.5	17.2	8.0	1898.7
1989	22.6	19.4	1.5	0.0	47.7	197.3	318.3	248.8	397.7	77.3	105.9	41.4	1477.9
1990	12.4	4.5	0.0	1.1	198.2	133.1	140.1	69.3	120.9	309.5	231.3	21.1	1241.5
1991	13.8	1.5	0.0	2.6	403.1	256.3	71.9	112.9	147.1	129.9	56.8	21.7	1217.6
1992	3.2	0.3	1.4	28.6	124.5	317.5	145.7	67.2	171.0	178.6	28.6	11.9	1078.5
1993	17.9	1.4	0.5	2.9	527.7	265.8	202.8	214.5	404.1	92.5	56.2	5.6	1791.9
1994	3.9	11.2	3.4	43.9	133.3	207.1	74.1	69.1	190.1	161.7	145.8	13.3	1056.9
1995	1.0	0.0	30.6	91.0	47.5	293.2	253.9	417.8	233.6	281.4	40.6	20.5	1711.1
1996	42.0	2.6	8.8	18.8	336.0	216.1	341.2	250.0	232.2	431.8	175.2	4.3	2059.0
1997	21.6	2.1	8.7	13.4	49.3	494.2	68.2	71.2	125.5	202.8	148.5	4.7	1210.2
1998	1.5	0.0	0.0	0.2	104.9	110.6	159.7	148.9	447.8	973.9	67.2	34.6	2049.3
1999	24.3	8.1	3.9	17.8	203.6	190.5	215.5	186.8	439.1	220.5	113.0	4.0	1627.1
2000	44.8	3.2	0.3	1.7	67.1	199.6	91.0	97.0	351.2	186.6	67.4	1.9	1111.8
2001	6.9	8.7	0.0	0.0	286.9	198.0	120.4	132.2	261.2	274.4	95.1	4.0	1387.8
2002	9.4	3.2	0.4	0.3	469.7	355.5	147.6	185.8	305.0	187.1	24.3	2.3	1690.6
2003	0.5	1.6	38.9	5.9	168.8	396.6	236.4	122.8	180.7	240.2	106.2	16.8	1515.4
2004	10.1	2.4	16.3	5.6	245.7	122.6	133.5	76.4	292.3	358.3	69.2	5.4	1337.8
2005	0.0	0.6	30.1	58.1	436.7	397.0	155.7	212.9	314.6	490.6	52.7	6.4	2155.4
2006	19.4	9.3	6.7	0.1	127.8	165.0	162.4	63.8	121.0	269.7	71.2	13.5	1029.9
2007	1.9	5.8	0.8	38.6	335.8	79.2	137.4	258.2	286.8	475.2	101.0	54.5	1775.2
2008	12.3	0.1	2.1	123.3	374.9	105.0	212.2	260.9	323.9	586.7	47.9	14.0	2063.3
2009	2.5	0.8	0.0	1.4	156.8	166.0	117.9	92.2	152.7	260.7	81.0	8.8	1040.8
2010	1.8	0.0	3.6	56.3	303.7	373.5	351.7	301.8	689.3	154.1	42.8	2.6	2281.2
2011	12.6	0.8	0.4	5.7	141.0	191.2	385.1	205.4	344.2	526.4	52.3	36.3	1901.4
2012	23.6	9.7	0.5	9.7	100.0	156.2	62.1	321.6	135.9	73.2	24.5	12.1	929.1
2013	8.6	2.5	1.7	0.0	147.1	117.5	195.2	116.7	383.0	217.4	97.9	23.8	1311.4
2014	9.7	2.0	3.1	0.8	77.0	120.5	30.5	124.7	266.8	454.7	56.1	1.8	1147.7
2015	7.7	2.0	11.6	4.4	79.2	215.5	69.4	54.4	109.0	300.9	149.2	0.6	1003.9
2016	0.0	3.0	1.7	40.5	156.4	189.5	102.2	101.0	157.1	204.6	54.4	40.6	1051.0
2017	5.2	2.3	4.0	0.6	316.5	212.9	114.1	195.7	398.6	477.7	82.1	46.1	1855.8
2018	2.0	20.8	0.0	18.4	317.8	145.5	68.1	119.7	185.9	498.6	22.6	11.6	1411.0
2019	0.0	0.2	0.2	33.5	546.0	207.4	110.5	70.1	187.2	431.6	35.7	11.7	1634.1
<b>Suma</b>	<b>378.7</b>	<b>173.9</b>	<b>210.5</b>	<b>645.2</b>	<b>7906.0</b>	<b>8157.2</b>	<b>5990.2</b>	<b>6226.5</b>	<b>9754.8</b>	<b>11240.2</b>	<b>2828.8</b>	<b>647.6</b>	<b>54159.6</b>
<b>Media</b>	<b>10.5</b>	<b>4.8</b>	<b>5.8</b>	<b>17.9</b>	<b>219.6</b>	<b>226.6</b>	<b>161.9</b>	<b>168.3</b>	<b>263.6</b>	<b>303.8</b>	<b>76.5</b>	<b>17.5</b>	<b>1463.8</b>
<b>Max</b>	<b>44.8</b>	<b>31.1</b>	<b>38.9</b>	<b>123.3</b>	<b>546.0</b>	<b>516.3</b>	<b>385.1</b>	<b>417.8</b>	<b>689.3</b>	<b>973.9</b>	<b>231.3</b>	<b>54.5</b>	<b>2281.2</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>47.5</b>	<b>79.2</b>	<b>30.5</b>	<b>54.4</b>	<b>109.0</b>	<b>73.2</b>	<b>14.3</b>	<b>0.6</b>	<b>929.1</b>

Tabla 57. Resumen meteorológico anual. Fuente: INETER