

**GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL BARRIO EL RECUERDO (CIUDAD
BOLÍVAR)**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADO
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ING-1649**

**STEFANÍA PÉREZ RESTREPO
IC-077-2013-2**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., ENERO 2015**

**GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL BARRIO EL RECUERDO (CIUDAD
BOLÍVAR)**

STEFANÍA PÉREZ RESTREPO

**Trabajo de grado, como requisito parcial para optar al
Título de Ingeniero Civil**

Tutor: Ing. Aurora Velasco Rivera M.Sc.

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., ENERO 2015**

Señores:
COMITÉ DE OPCIÓN DE GRADO
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Ciudad

Ref.: Presentación del trabajo de grado

En cumplimiento del reglamento de la Facultad para el desarrollo de la Opción de Grado, me permito presentar para los fines pertinentes el trabajo de grado: Gestión social y ambiental Barrio El Recuerdo, Ciudad Bolívar

El Tutor es la ingeniera Aurora Velasco Rivera M.Sc.

Atentamente,

Stefanía Pérez Restrepo
Código: 1100934
Estudiante de ingeniería civil

APROBACIÓN

El trabajo de grado titulado Gestión social y ambiental barrio El Recuerdo, (Ciudad Bolívar), opción de trabajo de grado, presentada por la estudiante Stefanía Pérez Restrepo en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de “Ingeniero Civil” fue aprobada por el tutor:

Ing. Aurora Velasco Rivera MSc
Tutor Universidad Militar Nueva Granada

Dedico este proyecto de tesis a mis padres quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, han sido mi apoyo en todo momento y han depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

Stefanía Pérez Restrepo

AGRADECIMIENTOS

- A mi familia

Por acompañarme y guiarme a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de experiencias y de aprendizaje.

- A la Ingeniera Aurora Velasco,

Por haberme brindado la confianza, apoyo y dedicación en todo el proceso de mi trabajo de grado. Por darme la oportunidad de crecer profesionalmente, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que me transmitió a lo largo de mi carrera universitaria.

- A los ingenieros Diego Alejandro Padilla Moreno y Juan Carlos Sanabria Castro

Quienes me brindaron su amistad, tiempo y dedicación para finalizar mi trabajo de grado. Así mismo por compartir su conocimiento como jóvenes investigadores.

- A la Organización TECHO

Por haber creído en mi trabajo como Coordinadora del Plan Ambiental y Alimentario y ofrecerme la oportunidad de participar con la comunidad en proyectos de habilitación social, que no sólo contribuyen con un grano de arena a la erradicación de la pobreza extrema, sino que fortalecen el espíritu y dan satisfacción del deber cumplido al voluntario.

- A los Voluntarios de TECHO del barrio El Recuerdo:

Por tener la constancia y la dedicación cada domingo en ayudar a los que más lo necesitan. Así mismo haber logrado grandes cambios en el barrio por medio de la constancia y la dedicación en cada uno de los proyectos propuestos. Por haber mejorado la calidad de vida de personas de escasos recursos quienes ahora confían en nuestro trabajo como voluntarios y en la Organización. A todos muchas gracias por ofrecerme su amistad, su apoyo y sus conocimientos en cada uno de sus áreas de trabajo, seguramente nuestros caminos se unirán nuevamente para trabajar en una causa.

- A los voluntarios de la comunidad: Teresa Gutiérrez Romero, Yeferson Gutiérrez Romero, Yilmer Alfonso Gutiérrez Romero, Josmar Danilo González Gómez, María del Carmen Gómez Cardozo, David Mateo Muñoz, Eliceo Quintero Quintero, Marisol Salazar Pérez, Mónica Salazar Pérez, Sindey Jhubeny Riveros Jurado, Leonardo Rojas M, Dervi Andrés Serrano Ruíz, Evidalia Sánchez Falla, Edelmira Piza, quienes creyeron en mi trabajo en la coordinación del Plan Ambiental y Alimentario y asumieron el reto de salir adelante por medio del trabajo en equipo. A ellos mis más sinceros agradecimientos por permitirme llegar a sus hogares, aprender de sus vivencias y de creer que *“el cambio se realiza con esfuerzo y dedicación”*.

Por último a la Universidad Militar Nueva Granada y en especial a la Facultad de Ingeniería Civil que me permitió realizar mi trabajo de grado en los temas que quiero profundizar como profesional y de los cuales recibí la mejor calidad para finalizar esta etapa de mi vida.

Stefanía Pérez Restrepo

RESUMEN

En este trabajo se muestra cómo es posible fomentar el desarrollo de una comunidad teniendo en cuenta tres principales aspectos que afectan a la comunidad: la desnutrición, la disponibilidad de agua y los problemas de salud.

El barrio El Recuerdo (Localidad de Ciudad Bolívar) presenta conflictos de orden social, políticos y económicos, debido a que la mayoría de sus habitantes son víctimas del desplazamiento forzoso y se han visto obligados a establecerse en asentamientos informales en esta zona, en la que faltan servicios públicos que llevan a problemas de saneamiento y salubridad. Adicionalmente el barrio no se encuentra legalizado en su totalidad, por lo cual el servicio de agua es intermitente, provocando en un sector especialmente deprimido el uso obligado de aguas residuales para sus necesidades básicas, lo cual ha ocasionado enfermedades de diferentes tipos, afectando mayormente a la población infantil y juvenil.

El *Plan Ambiental y Alimentario* que se lleva a cabo mediante un convenio entre *TECHO.Org* y *Universidad Militar Nueva Granada*, parte del concepto de agricultura urbana sostenible y para su cumplimiento se planteó un proyecto de investigación con el fin de recuperar las características del suelo, mediante los procesos de compostaje y lombricultura, que permiten fertilizar y mejorar las propiedades del suelo para uso agrario, con el fin de promover la seguridad alimentaria y aumentar el nivel nutricional. Así mismo fomenta el trabajo en equipo y una fuente de ingresos familiares, lo que redundará en el crecimiento económico de la comunidad a largo plazo. Por otra parte se realizó un diagnóstico nutricional el cual permitió establecer la escala de desnutrición entre la población infantil, juvenil y adulta y por último se realizó una caracterización de las aguas residuales con el fin de determinar su aptitud para consumo humano, uso agrícola o vertimiento.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
	1
1.	4
1.1	4
1.2	8
1.2.1	8
1.2.2	10
1.2.3	14
1.2.4	18
1.2.5	20
1.2.5.1	20
1.2.5.2	21
1.2.5.3	22
1.2.5.4	25
1.2.5	28
1.2.5.1	28
1.2.5.2	28
1.2.5.3	28
1.3	31
1.4	32
1.5	33
1.5.1	33
1.5.2	33
1.6	33
2.	35
2.1	35
2.1.1	35
2.1.2	36
2.1.2.1	37
2.1.2.2	43
2.1.2.3	50
2.1.3	54
2.1.4	55
2.1.5	62
2.1.6	65

2.2	GEOTECNIA	69
2.2.1	Qué es un talud	69
2.2.1.1	Elementos de un talud	70
2.2.1.2	Estabilidad de un talud	71
2.3	ORDENAMIENTO TERRITORIAL	72
2.4	COMPOSTAJE	76
2.5	LOMBRICULTURA	78
2.6	AGRICULTURA URBANA SOSTENIBLE	81
2.6.1	Sistema de siembra	83
2.6.2	Cultivos hidropónicos	85
2.6.3	Método de la raíz flotante	87
2.7	CALIDAD DEL AGUA	90
2.7.1	Aguas lluvias	90
2.7.2	Agua potable	92
2.7.3	Aguas residuales	94
2.7.4	Ensayos de calidad del agua	98
2.7.5	Normatividad para calidad de aguas	100
2.8	SALUD	101
2.8.1	El diagnóstico nutricional	101
2.8.2	Enfermedades causadas por malnutrición	102
2.8.3	Enfermedades causadas por el agua	104
3.	ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LA COMUNIDAD	105
3.1	AGRICULTURA URBANA SOSTENIBLE	105
3.1.1	Huerta I	107
3.1.2	Compostaje y lombricultura	121
3.1.3	Huerta II	132
3.1.4	Huerta III	154
3.1.5	Huerta IV	158
3.1.6	Análisis de resultados para las huertas	168
3.2	DIAGNÓSTICO DE SALUD	171
3.2.1	Análisis de resultados para diagnóstico nutricional	177
3.3	CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL	178
3.3.1	Análisis de resultados para la calidad del agua	189
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	192
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	196
	ANEXO A	201
	APÉNDICES	201

Apéndice A	203
A.1. Compromisos de trabajo con la comunidad.	203
A.2. Formato de datos y asistencia de horas del voluntario.	204
Apéndice B	205
B.1 Especificaciones por persona del diagnóstico nutricional	205
Apéndice C	206
C.1 Hierros totales	206
C.2 Sulfatos	207
C.3 Multiparamétrico	208

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Extensión y tipo de suelo de las localidades de Bogotá.....	9
Tabla 2.	Ciudad Bolívar. Clasificación, extensión, cantidad y superficie de manzanas y tipo de suelo según UPZ.....	15
Tabla 3.	Zonas de alto riesgo no mitigable por UPZ.....	22
Tabla 4.	Zonas de amenaza por remoción de masa por UPZ.....	23
Tabla 5.	Zonas de amenaza de inundación por UPZ, La UPZ el Tesoro no presenta amenaza.	26
Tabla 6.	Símbolos de grupo (SUCS).....	63
Tabla 7.	Tipología de suelos (SUCS).....	63
Tabla 8.	Clasificación USDA.....	65
Tabla 9.	Descripción de las zonas geotécnicas de Bogotá.....	75
Tabla 10.	Parámetros de calidad del agua.....	98
Tabla 11.	Normatividad para calidad de aguas.....	100
Tabla 12.	Clasificación del índice de masa corporal.....	102
Tabla 13.	Enfermedades causadas por el agua.....	102
Tabla 14.	Enfermedades causadas por Malnutrición.....	104
Tabla 15.	Relación consumo litro/familia/día para un núcleo familiar de 6 personas.....	145
Tabla 16.	Producción de las huertas.	170
Tabla 17.	Edad de los niños entre 0 y 6 años.....	172
Tabla 18.	Edad de los pre adolescentes y adolescentes entre los 7 y 17 años.	172
Tabla 19.	Edad de los adultos mayores de 18 años.....	173
Tabla 20.	Representación tabular del diagnóstico nutricional para niños.	174
Tabla 21.	Representación tabular del diagnóstico nutricional para pre adolescentes y adolescentes.	175
Tabla 22.	Representación tabular del diagnóstico nutricional para adultos.	176
Tabla 23.	Parámetro de olor y color.	179
Tabla 24.	Parámetro de Turbidez.	179
Tabla 25.	Parámetro de Temperatura.	180
Tabla 26.	Parámetro de pH.	180
Tabla 27.	Parámetro de conductividad.	181
Tabla 28.	Parámetro de hierros totales.	181
Tabla 29.	Parámetro de dureza.	182
Tabla 30.	Parámetro de alcalinidad.	182
Tabla 31.	Parámetro de acidez.	183
Tabla 32.	Parámetro de cloruros.	183
Tabla 33.	Parámetro de grasas y aceites totales.	184
Tabla 34.	Parámetro de DQO.	184
Tabla 35.	Parámetro de DBO5.	185
Tabla 36.	Parámetro de oxígeno disuelto.	185
Tabla 37.	Parámetro de sulfatos.	185
Tabla 38.	Parámetro de nitratos.	186
Tabla 39.	Parámetro de STT.....	186
Tabla 40.	Parámetro de SDT.....	187
Tabla 41.	Parámetro de SST.....	187
Tabla 42.	Parámetro de SS.....	187

Tabla 43.	Parámetros de calidad del agua del El Recuerdo para uso agrícola, potable y residual.	189
Tabla 44.	Numero de los barrios de la UPZ 68 El Tesoro.	201
Tabla 45.	Especificaciones por persona del Diagnostico Nutricional.....	205
Tabla 46.	Patrones para curva de calibración de hierros totales.....	206
Tabla 47.	Patrones para curva de calibración de Sulfatos.	207
Tabla 48.	Parámetros Multiparamétricos.	208

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Límites de la localidad de Ciudad Bolívar en el Distrito Capital de Bogotá.....	10
Figura 2.	División Territorial del área urbana de Ciudad Bolívar, en el sector A se encuentra el barrio El Recuerdo Sur.....	13
Figura 3.	Clasificación de las UPZ de Ciudad Bolívar, en la UPZ el Tesoro se encuentra ubicado el barrio El Recuerdo Sur con urbanización incompleta.....	16
Figura 4.	Ubicación del barrio El Recuerdo en la geografía de la localidad de Ciudad Bolívar.....	19
Figura 5.	Amenaza por remoción de masa localidad Ciudad Bolívar, UPZ Tesoro con amenaza alta y media.....	24
Figura 6.	Amenaza por inundación localidad Ciudad Bolívar, UPZ Tesoro con amenaza baja.....	27
Figura 7.	Composición del suelo.....	36
Figura 8.	Estructura del suelo, tipos y su formación.....	37
Figura 9.	Profundidad efectiva del suelo.....	38
Figura 10.	Contenido de humedad en el suelo (mm/m)	39
Figura 11.	Curva de retención de humedad del suelo.....	40
Figura 12.	El triángulo de textura de suelos.....	41
Figura 13.	Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo.....	44
Figura 14.	pH- Capa superficial del suelo.....	45
Figura 15.	La reserva de carbono orgánico (KG-M2-M) - Capa superficial del suelo.....	47
Figura 16.	Porcentaje del Nitrógeno -Subsuelo.....	48
Figura 17.	Clasificación de las formas de carbonatos secundarios.....	50
Figura 18.	Ciclo del nitrógeno.....	52
Figura 19.	Ciclo del carbono.....	54
Figura 20.	Perfil del suelo.....	55
Figura 21.	Depósito de talud.....	56
Figura 22.	Depósito de lacustre.....	57
Figura 23.	Depósito marinos.....	57
Figura 24.	Depósito glacial.....	58
Figura 25.	Depósito eólico.....	59

Figura 26.	Turba.....	59
Figura 27.	Gravas.....	60
Figura 28.	Arenas.....	61
Figura 29.	Limos.....	62
Figura 30.	Arcillas.....	62
Figura 31.	Tipos de taludes.....	70
Figura 32.	Elementos de un talud.....	71
Figura 33.	Zonificación geotécnica de Bogotá,	74
Figura 34.	LombrizCaliforniana.....	79
Figura 35.	Siembra directa.....	84
Figura 36.	Siembra indirecta.....	84
Figura 37.	Qué se debe tener antes de hacer un cultivo hidropónico.....	86
Figura 38.	Cantidad de sustratos.....	87
Figura 39.	Pasos para seguir el método de la raíz flotante.....	89
Figura 40.	Recolección de aguas lluvias con botellas de PET.....	92
Figura 41.	Procesos de una PTAP.....	93
Figura 42.	Procesos de una PTAR.....	98
Figura 43.	A. Panorámica del barrio el Recuerdo B. Viviendas de las familias desplazadas.....	106
Figura 44.	A Niños con enfermedades de desnutrición severa B. Niño manipulando agua residual para sus necesidades básicas C Niño con daños en la piel por los agentes externos ambientales.....	107
Figura 45.	A. Terreno con alta pendiente y desprendimiento del macizo rocoso con paso de aguas residuales B. Terreno con alta capa vegetal y suelo residual.....	108
Figura 46.	A. Comunidad trabajando en la limpieza de la huerta I B. Suelo residual, con bastante raíz vegetal C. Retiro de maleza y quema para abono.....	109
Figura 47.	A. Excavación de la zanja y retiro de residuos B. Terminación de la zanja de aguas residuales.	110
Figura 48.	Limpieza de la conexión del desagüe de agua residual.	111
Figura 49.	A. Hoyos para el cercado B. Medida de profundidad de los hoyos de cercado C. Arreglos de dimensiones en los palos de madera D. Traslapo de la madera para la medida de 2.40 m E. Inmunizador de madera F. Colocación del inmunizador en la madera G. Hincado de los palos de madera a los hoyos H. Terminación de los palos del cercado.....	111
Figura 50.	A. Puntillas y tapas para la colocación de la polisombra B. Colocación de la polisombra C. Encerramiento total de la huerta con la polisombra	113

Figura 51.	A. Limpieza del terreno B. Mezcla de la tierra con el abono.....	114
Figura 52.	A. Realización de surcos B. Identificación de semillas por palitos de colores C. Terminación de la siembra directa.	115
Figura 53.	A. Crecimiento primer mes del cultivo B. Crecimiento segundo mes del cultivo C. Arreglos en la huerta con cascarilla de arroz y abono C. Nuevos surcos para las plántulas de cebolla larga.	116
Figura 54.	A. Crecimiento del maíz y la zanahoria B. Crecimiento de la cebolla y la arveja.....	117
Figura 55.	A. Recolección de arveja B. Arveja recolectada y de buena calidad.....	118
Figura 56.	A. Crecimiento de maíz en el cuarto mes B. Recolección de alpiste.....	118
Figura 57.	A. Crecimiento de coles B. Crecimiento de tomate C. Crecimiento de caléndula D. Crecimiento de lentejas.	119
Figura 58.	A. Etapa de pajonamiento B. Crecimiento del maíz para la etapa de foliación.	120
Figura 59.	Daños en la huerta I.....	120
Figura 60.	Capacitación de compostaje voluntarios y personas de la comunidad.....	121
Figura 61.	A. Inicio de construcción de fosa de desperdicios B. Fosa de desperdicios C. Fosa con desperdicios orgánicos.....	122
Figura 62.	A. Arreglo del terreno B. Plastificación de la base de madera con los técnicos del hospital de Vista Hermosa C. Colocando las bases de la caja D. Terminación de las bases de la caja E. Cortado de la malla de gallinero F. Rasgado del cartón para el compostaje.....	123
Figura 63.	A. Aplicación del compostaje por capas B. Encofrado en lona y lata para conservar el calor y la oxigenación del compostaje C. Llenado total de la caja con compostaje D. Mezclado del compostaje y humedecimiento con agua.....	124
Figura 64.	A. Inspección del terreno de lombricultura y compostaje B. Areniscas preconsolidadas y de gran espesor con formación de cárcavas, surcos y fracturas.....	125
Figura 65.	A. Arreglo de la pendiente del terreno B. Disminución de la pendiente del terreno.....	125
Figura 66.	A. Limpieza del terreno B. Extracción de capa vegetal C. Recolección de suelo orgánico F. Moviendo rocas areniscas.....	126
Figura 67.	A. Areniscas intrusivas B. Extracción de la roca mediante mazo C. Palanca con barra en roca arenisca D. Golpes sucesivo para debilitar la roca E. Fractura en roca arenisca F. Extracción de roca arenisca.....	127

Figura 68.	A. Remoción de roca arenisca B. Recopilación de roca arenisca C. Aplanado del terreno D. Terminación del terreno.	128
Figura 69.	A. Armado de las cajas de compostaje y lombricultura B Cajas de dimensiones 1.20 m x 1.20 m x1.20 m C. Terminación de la cajas de compostaje y lombricultura D. Llenado de las cajas con estiércol y materia orgánica	129
Figura 70.	Donación de lombriz por parte de una voluntaria de la comunidad.....	130
Figura 71.	Donación de lombriz por parte de una voluntaria de la comunidad.....	130
Figura 72.	Lombriz de tierra a los 2 meses B. Lombriz de tierra a los 5 meses.....	131
Figura 73.	A. Colocación del nuevo alimento para la lombriz B. semillero de lombriz californiana.....	132
Figura 74.	A. Acumulación de estiércol en el terreno B. Enceramiento provisional con latas C. Aguas residuales presentes en el terreno D. Recolección de agua lluvia en el sitio.....	133
Figura 75.	A. Semilleros realizados en el terreno B. Lombricultivo en inicio.....	133
Figura 76.	Terreno con bastantes residuos sólidos.	134
Figura 77.	A. Equipo de trabajo de voluntarios de la comunidad B. Volteo de maleza.....	135
Figura 78.	A y B. Remoción de suelo restante en la maleza C. Pila de maleza D. Terminación de recolección de maleza en el terreno.	136
Figura 79.	A. Instalación de pilotes de madera en el terreno B. Disposición de malla de gallinero en el terreno.	137
Figura 80.	A. Compostaje en pila B. Picado del terreno y remoción de raíz C. Colocación de compost en diferentes capas D. Combinación de compost con humus en el terreno.	138
Figura 81.	A. Revisión de la aireación del suelo B. Riego del suelo.	139
Figura 82.	A. Instalación de la polisombra B. Aseguramiento de la polisombra.....	139
Figura 83.	A. Encerramiento asegurado con madera B. Rompimiento de la polisombra por alto vientos en el terreno.	140
Figura 84.	A.Cajas de semillero B. Plástico de calibre 6 para conservar la humedad.....	140
Figura 85.	A. Llenado de las cajas con suelo orgánico B. Colocación de semillas en las cajas C. Terminación de surcos con sus respectivas semillas D. Protección de semillero con geomalla.	141
Figura 86.	A. Plántulas de remolacha B. Plántulas de lechuga, coliflor y repollo C. Trasplante de plántulas D. Distancia entre plántula de 15 cm.....	142
Figura 87.	Plaga de tijereta en la siembra.	143

Figura 88.	Remoción de maleza para evitar plaga de tijereta.	143
Figura 89.	A. Localización del terreno para el tanque de abastecimiento B. Punto de conexión aguas domésticas para el tanque C. Nivelación del terreno.....	146
Figura 90.	A. Sobrecimiento del tanque de abastecimiento B. Impermeabilización y llenado del tanque C. Terminación del tanque de abastecimiento con sus respectivos aditamentos.	148
Figura 91.	A. Producción de repollo B. Producción de cebolla larga C. Producción de cilantro D. Producción de zanahoria.	149
Figura 92.	A. Producción de caléndula B. Producción de cebolla cabezona C. Producción de lechuga D. Recolección de lechuga (crespa y simpson) E. Producción de brócoli F. Recolección de brócoli.	150
Figura 93.	A. Recolección de hortalizas B. Repartición de alimentos para las personas de la comunidad C. Hortalizas usadas para consumo.	151
Figura 94.	Nueva siembra en la huerta.	152
Figura 95.	A. Armado de las cajas B. Cajas instaladas para lombricultura y compostaje C. Llenado de cajas con compostaje y estiércol D. Caja de compostaje llena de maleza, sustrato y estiércol E. Caja de lombricultura llenado con estiércol F. Lombriz californiana en su respectiva caja.	153
Figura 96.	Terreno huerta III	154
Figura 97.	A. Descapote del terreno huerta 3 B. Inmunizador de pilotes C. Colocación de los pilotes para encerramiento D. Hincado de pilotes E. Colocación del alambre de púas F. Encerramiento total con alambre de púas.	155
Figura 98.	A. Colocación de malla de gallinero B. Colocación de la polisombra.....	156
Figura 99.	A. Tubos de pvc ½ para instalación en las boquillas B. Colocación de botellas plásticas en la base de madera como tubos de pvc conectados a las botellas C. Botellas en la base de madera D. Cernido del suelo orgánico E. Llenado de botellas con suelo orgánico F. Camas instaladas en el terreno.	157
Figura 100.	A. Armado de la caja para semillero B. Terminación de la caja de semillero.....	158
Figura 101.	A. Terreno huerta 4 erosionado, quemado y con residuos sólidos B. Aguas negras de la casa vecina sin conexión al alcantarillado.....	159
Figura 102.	Aguas residuales en el terreno de siembra con alto contenido de materiales sólidos.	160
Figura 103.	A. Recolección de residuos sólidos en el terreno B. Remoción de capa vegetal y residuos sólidos C. Quema de maleza para generar abono D. Capa vegetal con alto contenido de estalones E. Limpieza del terreno... ..	161
Figura 104.	Conexión de tubo de aguas negras al alcantarillado.....	162

Figura 105.	A. Distribución de pilotes de madera en el sitio de la huerta B. Encerramiento con malla de gallinero.	162
Figura 106.	A. Colocación del alambre de púas B. Terminación del encerramiento de la huerta.....	163
Figura 107.	A. Picado del terreno para remoción de maleza B. Volteo de suelo para picado de turrones.	163
Figura 108.	A. Recolección de maleza para compostaje B. Compostaje en pila C. Sustrato de cascarilla de arroz en el terreno D. Recolección de estiércol ovino y equino.	163
Figura 109.	A. Volcado de gallinaza en el terreno H. Mezcla de abono con el suelo existente I. Terreno abonado.....	164
Figura 110.	A. Camas con soporte de madera B. Trasplante de plántulas parte baja del terreno.	165
Figura 111.	A. Realización d las estacas guías B. Clavado de los palos guías C. Lineamiento de estacas guías a una distancia de 70 cm D. Terminación de estacas guías.	165
Figura 112.	A. Clasificación de botellas PET por tamaño B. Amarre de botellas PET con alambre dulce C. Instalación de botellas PET en las estacas guías botellas PET D. Implementación de surcos con botellas PET.....	166
Figura 113.	Producción de la primera fase de la huerta.	167
Figura 114.	A. Diagnóstico nutricional en niños de 0 a 6 años B. Diagnóstico nutricional mayores de edad. C. Diagnóstico nutricional pre-adolescentes y adolescentes entre 7 a 17 años.	168
Figura 115.	A. Niña con delgadez (Facies marasmática) B. Niños con kwashiorkor C. Niños con xeroderma y dermatitis.	171

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
Gráfico 1. Carta de Casagrande para suelos cohesivos.....	64
Gráfico 2. Representación gráfica del diagnóstico nutricional niños entre 0 y 7 años.	174
Gráfico 3. Representación gráfica del diagnóstico nutricional en pre-adolescentes y adolescentes.....	175
Gráfico 4. Representación gráfica del diagnóstico nutricional adultos.....	176
Gráfico 5. Curva de calibración de hierros totales.....	206
Gráfico 6. Curva de calibración de Sulfatos.....	207

INTRODUCCIÓN

En los últimos años como consecuencia de la violencia en Colombia, se han producido numerosos desplazamientos forzados de familias que lo pierden todo y comienzan una vida en condiciones deficientes, por la falta de recursos y de oportunidades para surgir. Desafortunadamente la falta de orientación y educación, la escasez de recursos y en muchas ocasiones el machismo que se genera en algunos núcleos de la sociedad, producen más violencia dentro y fuera del hogar, desnutrición infantil, embarazos no deseados, delincuencia, entre otros, reduciendo así las oportunidades de progreso y de mejorar las condiciones en estas familias, y por el contrario aumentando el índice de personas en circunstancias de pobreza.

Esta problemática de tipo social, económico, cultural y político, es generada por diferentes factores que deben ser tomados en cuenta por el gobierno y entidades que puedan ayudar a fortalecer la confianza de las personas de escasos recursos, brindándoles la oportunidad de obtener un mejor estilo de vida y sobre todo acogiendo la población infantil que en la mayoría de los casos es la más vulnerable a los problemas mencionados con anterioridad.

El trabajo con las comunidades fomenta el crecimiento en grupo de toda una población, por medio del trabajo en equipo, ayudando a que esta sea más productiva incluso llegando a ser auto-sostenible en algunos aspectos, también disminuye la delincuencia y la violencia en general al brindarle a las personas la oportunidad de mejorar las condiciones de vida.

La organización TECHO desde el año 2006 ha trabajado con la comunidad partiendo de la construcción de viviendas de emergencia, que permiten mejorar desde este entorno la calidad de vida de las personas. A partir de esta iniciativa se abrieron nuevos programas enfocados a la habilitación

social, es decir, promover el liderazgo entre la comunidad en proyectos de desarrollo como eje transversal del trabajo, enfatizando a solucionar problemáticas que permitan la erradicación de la pobreza extrema.

El barrio El Recuerdo no está legalizado en totalidad, algunos tienen servicio de acueducto, pero hay un sector que carece completamente de este servicio y ante la pobreza extrema y la necesidad de obtener agua se ven abocados a consumir agua residual, lo cual origina enfermedades de diferentes tipos, afectando mayormente a la población infantil y juvenil. Por otra parte el barrio está localizado sobre un suelo pedregoso, reseco y yermo con precipitación escasa que no facilita la agricultura.

A través del semillero de Proyección Social y con la participación de Techo.Org y la Universidad Militar Nueva Granada se planteó un proyecto de investigación, que contribuyera a mitigar el problema de miseria de la población. Para ello se investigó cómo hacer recuperación del suelo para llevar a cabo un proyecto de agricultura sostenible, se realizó un diagnóstico nutricional, el cual permitió establecer la escala de desnutrición entre la población infantil, juvenil y adulta. También se propuso el estudio de aguas residuales para determinar si podían llegar a ser aptas para consumo humano, uso agrícola o residual.

Esta participación del estudiante con la comunidad afianza sus competencias de investigación y de participación social y otorga además la satisfacción de contribuir a mejorar la calidad de vida de sectores deprimidos, así mismo permite una interiorización del problema de justicia social, el desarrollo personal y profesional y fomenta valores como el liderazgo, la cooperación, el compromiso, el trabajo en equipo y el compañerismo.

Se espera que con la integración entre la comunidad y diferentes entidades, se logre mejorar las condiciones de vida de muchas más personas a futuro, por medio de la educación y capacitación en actividades que fomenten el desarrollo social.

1. ANTECEDENTES

El presente capítulo incluye información respecto al convenio establecido entre la Organización Techo.Org y la Universidad Militar, aspectos geográficos de Ciudad Bolívar, justificación, planteamiento del problema, objetivos y metodología.

1.1 ORGANIZACIÓN TECHO.ORG Y CONVENIO UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

TECHO es una organización que está presente en Latinoamérica y El Caribe y basa sus principios en la erradicación de la pobreza. Su convicción está en llegar a cambios sociales a través de la cooperación entre voluntarios y comunidades, que crea una conciencia de trabajo en equipo en una búsqueda del bien común. Según la organización Techo, sus objetivos de trabajo son los siguientes:

- Fomentar el desarrollo comunitario en asentamientos precarios, a través de un proceso de fortalecimiento de la comunidad, que desarrolle liderazgos validados y representativos, y que impulse la organización y participación de miles de pobladores de asentamientos para la generación de soluciones a sus problemáticas. El desarrollo comunitario es considerado como eje transversal del trabajo de TECHO en asentamientos precarios.
- Promover la conciencia y acción social, con especial énfasis en la masificación del voluntariado crítico y propositivo trabajando en terreno con los pobladores de los asentamientos e involucrando a distintos actores de la sociedad en el desarrollo de soluciones concretas para erradicar la pobreza.

- Incidir en espacios de toma de decisión y de definición de políticas públicas a través de la denuncia de la exclusión y vulneración de derechos dentro de los asentamientos, de la generación y difusión de información relevante sobre estos y de la vinculación de sus pobladores con otras redes. Todo esto para que los problemas de estas comunidades sean reconocidos por la sociedad y prioritarios en la agenda pública.

A través de su desarrollo quiere enfocar a los jóvenes voluntarios en la realización de actividades que proyecten el buen funcionamiento de comunidades que necesitan mayor vinculación a la educación, al sector empresarial, ambiental y líderes con potencial de emprendimiento.

En el año 2009 la organización TECHO empezó la intervención en el barrio El Recuerdo, teniendo como objetivo la construcción de casas de emergencia que permite una solución habitacional, es decir, una vivienda con protección ante lluvias, inundaciones, aislamiento acústico, aislamiento térmico y seguridad, proporcionando un resguardo temporal para familias que viven en extrema pobreza. Es por ello que las primeras casas fueron donadas por la organización con el compromiso de que no se podían arrendar ni vender, de lo contrario se desmontarían del sitio y se le asignaría a otra familia.

Desafortunadamente al encontrarse con la situación de venta de las casas, la organización decidió cobrar un porcentaje de la vivienda generando un compromiso de pertenencia y propiedad por la adquisición, pero estos pagos no se efectuaron correctamente llegando a un tope de deuda de dieciséis millones de pesos por lo que, el barrio fue dado en cuarentena hasta que se pague la totalidad de la deuda de dichas casas.

A causa de esta problemática, la *Mesa de Trabajo de Techo Org* es la encargada de establecer la recuperación de cartera frente al departamento de *Detección y Asignación*, los cuales determinan mediante un estudio

estadístico las necesidades de una familia por prioridad alta, media y baja, de esta manera se realiza la asignación de la vivienda, aunque no se garantiza la legalización del predio pues son sitios de invasión y los propietarios solo cuentan con una promesa de compra-venta para la instalación de la casa.

Otra adversidad, son las riñas que se presentan por desfalcos de fondos obtenidos en bazares realizados anteriormente con el objeto de mejorar el suministro de agua potable en el barrio. Sin embargo, los culpables no responden por esta pérdida y siguen participando en los cargos de las asambleas comunales siendo liderados por grupos delictivos, por tal razón la comunidad le da miedo denunciar a estas personas debido a que tomen actos represivos contra sus familias.

Esta población presenta conflictos de orden social, político y económico por lo que la mayoría de sus habitantes son víctimas del desplazamiento forzoso, estableciéndose en asentamientos informales ubicados en las partes más inestables de la zona. Por otra parte, la ausencia del Estado es notoria ya que poca presencia de la autoridad causa delincuencia organizada, la cual controla los predios a comprar y vender como el suministro de servicios públicos.

También se observa una tasa muy alta de crecimiento en la población por la ausencia de educación sexual y el machismo que se presenta en los núcleos familiares por su mismo nivel educativo. En pocas palabras las mujeres de la comunidad no tienen un libre albedrío para su cuerpo por lo tanto se sacrifican al maltrato, engaños con otras parejas y a no perder el poco ingreso que pueden obtener de sus maridos, encontrando una faceta de mujer débil y expuesta a dar todo por obtener una mejor convivencia dentro su grupo familiar, siendo esto un motivo para que sean sumisas a su entorno y sólo se

enfocan a los oficios pertinentes y a callar de alguna manera la realidad en la que viven.

Al ver tanto maltrato psicológico como corporal, se empezó a trabajar con los menores de cada una de estas familias para compensar de alguna manera las necesidades de los niños y la esperanza que tienen de un futuro mejor. Por ello se crea el *Plan de Educación* que permite el desarrollo deportivo, artístico, epistemológico, moralista y la implementación de nuevos conocimientos concernientes al cuidado del medio ambiente. Este fue un nuevo enfoque que a través del perfeccionamiento grupal se ha ejecutado en los menores, desplegando una serie de alternativas como el desempeño ético e íntegro y el trabajo grupal siendo este tipo de actividades pedagógicas para su crecimiento, evitando que caigan en la delincuencia común.

Aunque este proceso no ha sido fácil, pues son niños con necesidades básicas insatisfechas, tales como afecto, alimentación, vivienda digna, educación y salud; dado que el alto número de integrantes en la familia no les permite una buena calidad de vida. Estos niños por lo general, comen cada tercer día presentando un rendimiento metabólico deficiente y enfermedades gastrointestinales, carecen de los servicios públicos primordiales, entre ellos el agua potable. El padre de familia generalmente es quien provee las entradas monetarias, pero en su mayoría sufren dependencia al alcohol, lo cual genera maltrato, humillación y traumas morales.

Por lo anterior la organización Techo abrió un nuevo programa de *Gestión Ambiental y Alimentario* que ayuda al mejoramiento nutricional de la comunidad, afianzando sus conocimientos tanto teóricos como prácticos. Este Plan se ejecutó hace unos años por un voluntario con excelentes capacidades de liderazgo, el cual vinculó individuos que tenían el perfil necesario para establecer huertas urbanas. De este proyecto se beneficiaron

muchas personas y se conformó un grupo de trabajo sólido, con el fin de ayudar a las demás personas de la comunidad para producir sus propios alimentos orgánicos.

Pasado un tiempo, este joven voluntario terminó su labor en la organización TECHO y se vinculó a otros proyectos referentes a las labores sociales, dejando a cargo a un nuevo voluntario. Este voluntario no cumplió con las expectativas de la comunidad, pues abandonó el proyecto.

Así mismo, el trabajo de la Organización fue decayendo a tal punto que los voluntarios dejaron de asistir a los diferentes planes que se ejecutaban en el barrio, por amenazas delincuenciales que se presentaron entre los años 2010 y 2012.

Para mejorar la calidad de vida de estas personas de la comunidad se realizó un convenio en el año 2013 entre TECHO y la Universidad Militar Nueva Granada, con el fin de enfocar los principios de investigación y labor social mediante un proyecto de agricultura urbana sostenible y manejo de aguas residuales, de manera que ambas entidades pudieran promover la alimentación y la óptima sanidad para esta población.

1.2 ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y DE LOCALIZACIÓN

De acuerdo con la información suministrada por las cartillas tituladas *“Recorriendo Ciudad Bolívar y Conociendo la localidad de Ciudad Bolívar”*, realizadas por la Alcaldía Mayor de Bogotá en los años 2004 y 2009, la zona presenta las siguientes características:

1.2.1 Localización y extensión

La localidad de Ciudad Bolívar está ubicada al sur de la ciudad y limita al norte, con la localidad de Bosa; al sur con la localidad de Usme; al oriente,

con la localidad de Tunjuelito y Usme y al occidente, con el municipio de Soacha.

Ciudad Bolívar tiene una extensión total de 12.999 hectáreas (ha), de las cuales 3.391 ha se clasifican como suelo urbano y 9.608 ha corresponden al suelo rural, que equivale al 73,9% del total de la superficie de la localidad. Después de Sumapaz y Usme, Ciudad Bolívar está clasificada como la localidad más extensa, como la tercera localidad con mayor superficie rural y como la quinta localidad con mayor cantidad de área urbana (ver tabla 1 y figura 1).

Localidad	Área Total Ha ¹	Área urbana			Área rural		
		Suelo urbano	Áreas protegidas	Total	Suelo rural	Áreas protegidas	Total
1 Usaquén	6.532	3.431	376	3.807		2.724	2.724
2 Chapinero	3.816	1.210	106	1.316		2.500	2.500
3 Santa Fe	4.517	625	72	697		3.820	3.820
4 San Cristóbal	4.910	1.442	206	1.648		3.262	3.262
5 Usme	21.507	2.037	992	3.029	9.464	9.013	18.477
6 Tunjuelito	987	706	281	987			
7 Bosa	2.394	1.885	508	2.394			
8 Kennedy	3.859	3.470	389	3.859			
9 Fontibón	3.327	2.998	329	3.327			
10 Engativá	3.588	2.917	671	3.588			
11 Suba	10.056	5.712	559	6.271	2.875	910	3.785
12 Barrios Unidos	1.190	1.052	138	1.190			
13 Teusaquillo	1.419	1.269	150	1.419			
14 Los Mártires	651	641	10	651			
15 Antonio Nariño	488	472	16	488			
16 Puente Aranda	1.731	1.683	48	1.731			
17 La Candelaria	206	203	3	206			
18 Rafael Uribe Uribe	1.388	1.250	138	1.388			
19 Ciudad Bolívar	12.999	2.799	591	3.391	6.119	3.489	9.608
20 Sumapaz	78.095				31.524	46.571	78.095
Total	163.659	35.804	5.584	41.388	49.982	72.289	122.271

Tabla 1. Extensión y tipo de suelo de las localidades de Bogotá.
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004.

En la figura 1 se ubica la localidad de Ciudad Bolívar en el Distrito Capital de Bogotá, con sus respectivos límites.

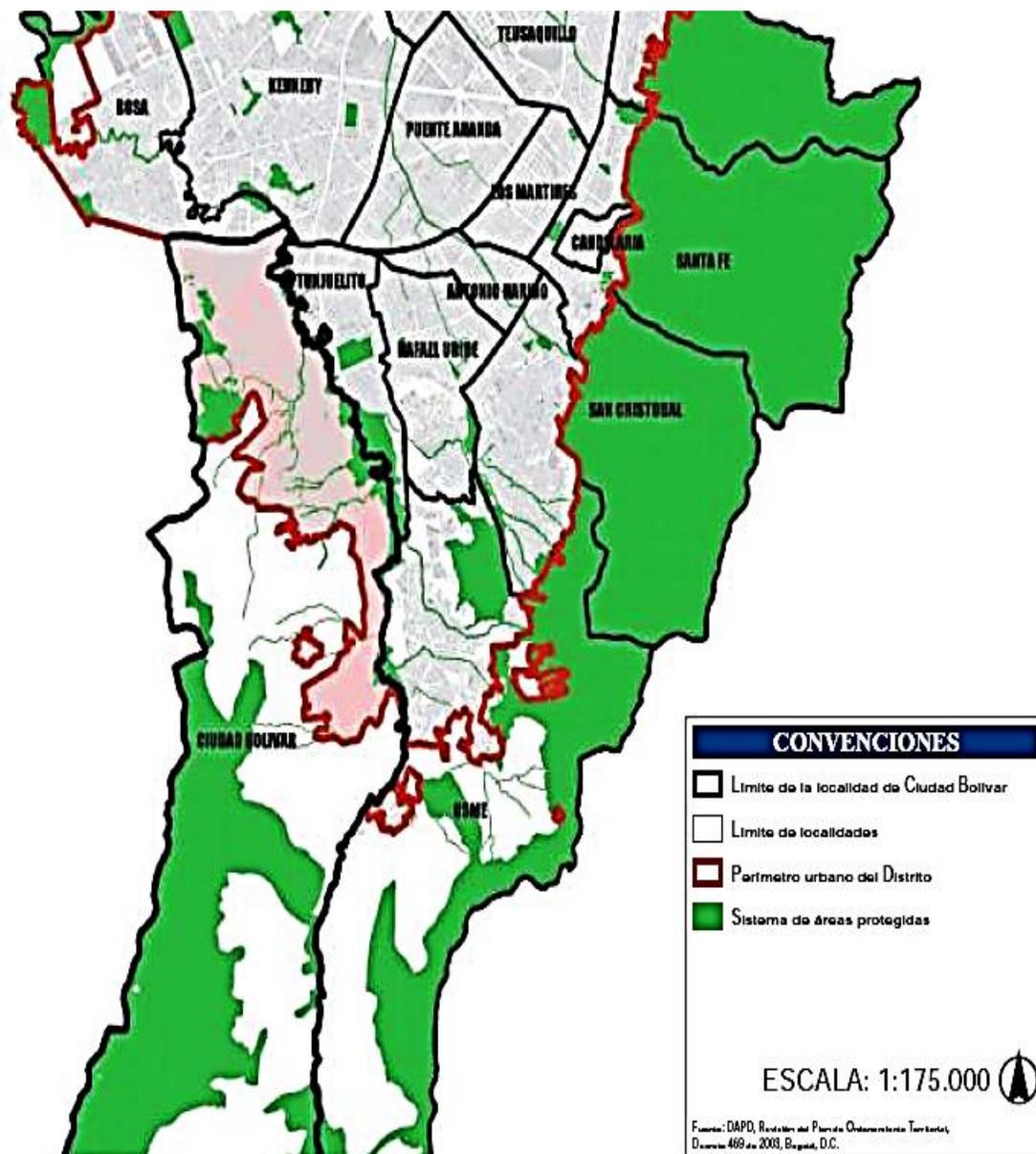


Figura 1. Límites de la localidad de Ciudad Bolívar en el Distrito Capital de Bogotá
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004.

1.2.2 Caracterización geográfica

Los terrenos de la zona urbana de la localidad de Ciudad Bolívar están situados a una altitud de 2.400 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la

parte más baja y de 3.100 msnm en su parte más alta, clasificados como piso térmico frío. Teniendo en cuenta las temperaturas mínima 9°C y máxima 19°C, la estación climatológica Simón Bolívar estableció una temperatura promedio de 14°C para la localidad. Hay que tener en cuenta que, contrariamente a lo que se podría esperar de una zona con esas características geográficas de clima frío, en esta localidad el ambiente es generalmente seco y soleado la mayor parte del año.

Ciudad Bolívar contaba en 2008 con 326 barrios en la zona urbana y con nueve veredas en la parte rural: Quiba Alto, Quiba Bajo, Mochuelo Alto, Mochuelo Bajo, Pasquilla, Pasquillita, Santa Bárbara, Santa Rosa y Las Mercedes.-La zona urbana de la localidad está dividida en tres sectores (ver figura 2):

Sector A: Está conformado por terrenos que originalmente fueron un lugar de explotación de materiales y que actualmente son los siguientes barrios: Arabia, Arabia Sur, Álvaro Bernal Segura, Bellavista Sur, Buenos Aires Sur, Casa de Teja, Cordillera Sur, El Limonar, Bella Flor, El Mirador, Paraíso, El Tesoro, Florida, San Luis, Juan Pablo II, Juan Pablo II segundo sector, La Estrella del Sur, Las Torres, Los Alpes, Minuto de María, Naciones Unidas, Nueva Colombia, Florida Sur, Ocho de Diciembre, Potreritos, República de Venezuela, San Joaquín del Vaticano, Sotavento, Vereda de Quiba parte alta, Vereda de Quiba parte baja, Vereda Tierra Colorada, Vista Hermosa, Villa Gloria, El Preciso, La Playa, Gibraltar, Altos de Jalisco, El Bosque, La Escala, Delicias del Sur, Domingo Laín I, La Escala III, Ciudad Milagros, El Diamante, Lucero Medio, Lucero Bajo, México II, La Alameda, Manitas, Bellavista, Lucero Alto, Brisas del Volador, La Concepción, Mirador Nutibara, Quintas del Sur, La Conquista, Villa Jacky, Corporación San Isidro, Villas del Progreso, Tierra Linda, Alfa, Estrella de María, El Consuelo, Inés Elvira, Villa Diana López, Sotavento I, Bogotá Sur, Bogotá I, Parcelación Bogotá, La Esperanza,

Cedritos del Sur II, Cedro del Sur, La Cabaña, Naciones Unidas, Santa Rosa, Cordillera Sur, Florida Alta, La Cumbre, El Recuerdo Sur, El Tesorito, San Rafael Sur, Los Duques, El Galpón, Los Urapanes, Cerros del Sur, El Socorro y República de Canadá.

Sector B: Está conformado por predios utilizados antes como canteras y que actualmente son los siguientes barrios: Altos de Jalisco, Bosque Sur, Bosque Sur segundo sector, Compartir, El Triunfo Sur, Gibraltar I, Gibraltar II, José Domingo Laín II, José María Vargas, Juan José Rondón (sector El Plan), Juan José Rondón (sector La Casona), Villas del Diamante, Acacia Sur, Las Manitas I, Manitas II, Los Sauces del Sur, Meissen, Méjico, San Fernando Sur, San Francisco, San Francisco Sur segundo sector, Sumapaz, Villa Gloria Sur, Villa Gloria Sur segundo sector, Arborizadora Baja, Candelaria la Nueva segundo sector primera etapa, Candelaria la Nueva segundo sector segunda etapa, Arborizadora Alta, Guatiquía y La Atlanta.

Sector C: Actualmente es el sector de la localidad con mejor infraestructura y servicios. Está conformado por terrenos que eran baldíos y que son ahora los siguientes barrios: Candelaria la Nueva (4 etapas), Casablanca, Jerusalén (15 sectores), Juan José Rondón, Alto de la Cruz, La Coruña, Manuela Beltrán, Rincón la Estancia, Milán, Nutibara, Peñón del Cortijo, Sierra Morena (4 sectores) y El Perdomo.

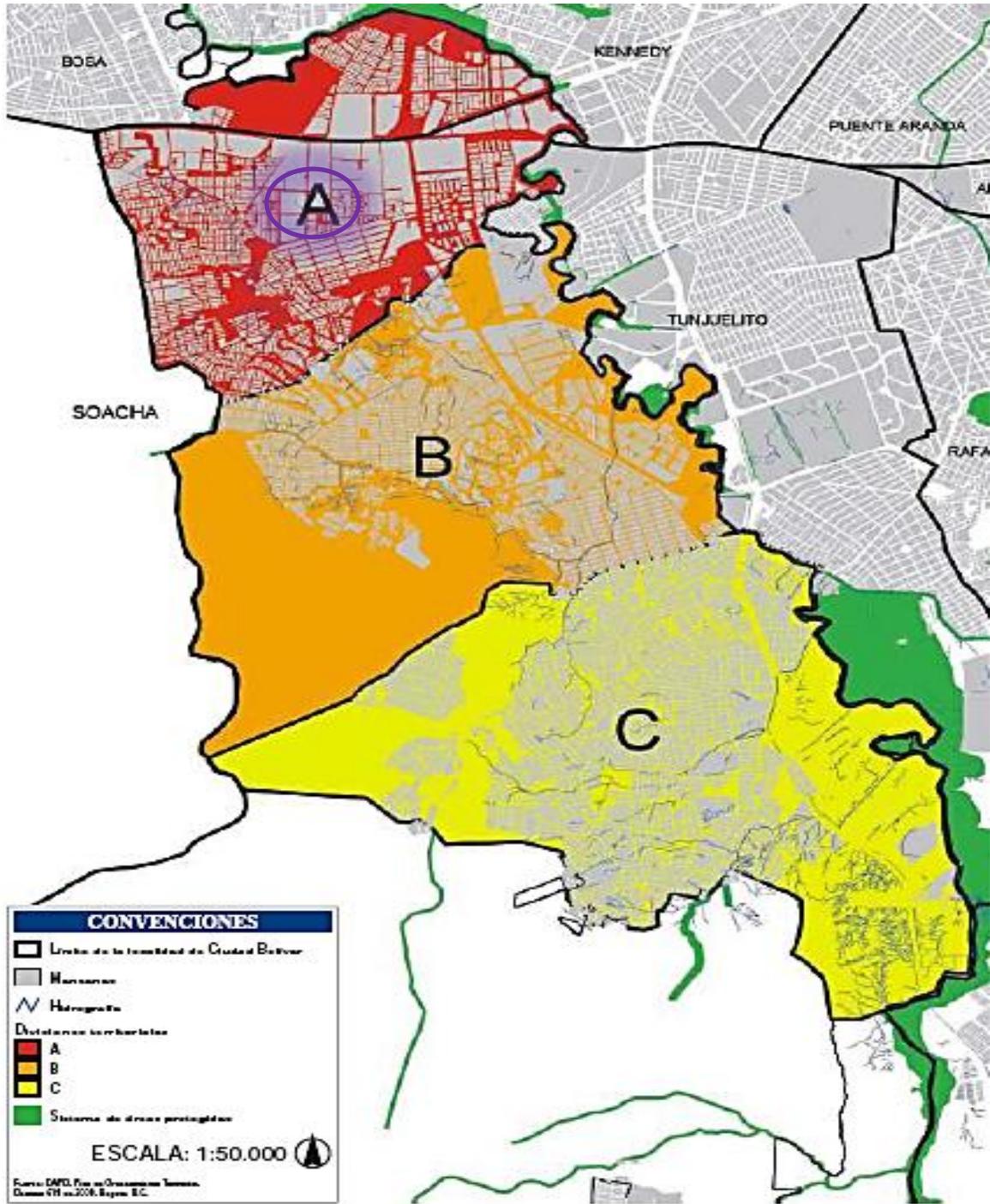


Figura 2. División Territorial del área urbana de Ciudad Bolívar, en el sector A se encuentra el barrio El Recuerdo Sur
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004.

1.2.3 Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ)

Las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) tiene como propósito definir y precisar el planeamiento del suelo urbano, conformado por un conjunto de barrios que mantienen una unidad morfológica o funcional y que se localizan en suelos de expansión. Su objetivo es la planeación a escala zonal y vecinal que responda a las políticas generales de un Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

De acuerdo con el Decreto 619 del 2000 se clasifican las UPZ en ocho grupos, presentando las siguientes características (ver figura 3):

Unidades tipo 1 (Residencial de urbanización incompleta): Son sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2, de uso residencial predominante con deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público.

Unidades tipo 2 (Residencial consolidado): Son sectores consolidados de estratos medios de uso predominantemente residencial, donde se presenta actualmente un cambio de usos y un aumento no planificado en la ocupación territorial.

Unidades tipo 3 (Residencial cualificado): Son sectores consolidados de estratos medios y altos con uso básicamente residencial, que cuentan con infraestructura de espacio público, equipamientos colectivos y condiciones de hábitat y ambiente adecuadas.

Unidades tipo 4 (Desarrollo): Son sectores poco desarrollados, con grandes predios desocupados.

Unidades tipo 5 (Con centralidad urbana): Son sectores consolidados que cuentan con centros urbanos y donde el uso residencial dominante ha sido desplazado por usos que fomentan la actividad económica.

Unidades tipo 6 (Comerciales): Son sectores del Centro metropolitano donde el uso está destinado a las actividades económicas terciarias de intercambio de bienes y servicios (locales y oficinas).

Unidades tipo 7 (Predominantemente industrial): Son sectores donde la actividad principal es la industria, aunque hay comercio y lugares productores de dotación urbana.

Unidades tipo 8 (Predominio dotacional): Son grandes áreas destinadas a la producción de equipamientos urbanos y metropolitanos que, por su magnitud dentro de la estructura urbana, se deben manejar bajo condiciones especiales.

Las UPZ que presenta la localidad de Ciudad Bolívar se muestra en la tabla 2 de las cuales cinco son de tipo residencial de urbanización incompleta, una es de tipo residencia consolidada, una de tipo predominante dotacional y una de tipo desarrollo.

UPZ	Clasificación	Área Total (Ha)	% ¹	Cantidad Manzanas	Superficie de Manzanas (Ha)	Suelo Urbano (Ha)	Suelo Rural (Ha)	Área protegida urbana	Área protegida rural
63 El Mochuelo	Desarrollo	317	2,4	12	208	317		136	
64 Monte Blanco	Predominantemente Dotacional	696	5,4	92	650	696		66	
65 Arborizadora	Residencial Consolidado	306	2,4	288	245	306		65	
66 San Francisco	Residencial de Urbanización Incompleta	179	1,4	510	117	179		25	
67 Lucero	Residencial de Urbanización Incompleta	586	4,5	1.619	410	586		70	
68 El Tesoro	Residencial de Urbanización Incompleta	211	1,6	567	151	211		14	
69 Ismael Perdomo	Residencial de Urbanización Incompleta	559	4,3	1.391	394	559		42	
70 Jerusalén	Residencial de Urbanización Incompleta	537	4,1	907	400	537		172	
UPR Río Tunjuelo		9.608	73,9	111	153		9.608		3.489
Total Ciudad Bolívar		12.999	100	5.487	2.729	3.391	9.608	591	3.489

Tabla 2. Ciudad Bolívar. Clasificación, extensión, cantidad y superficie de manzanas y tipo de suelo según UPZ

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2002.

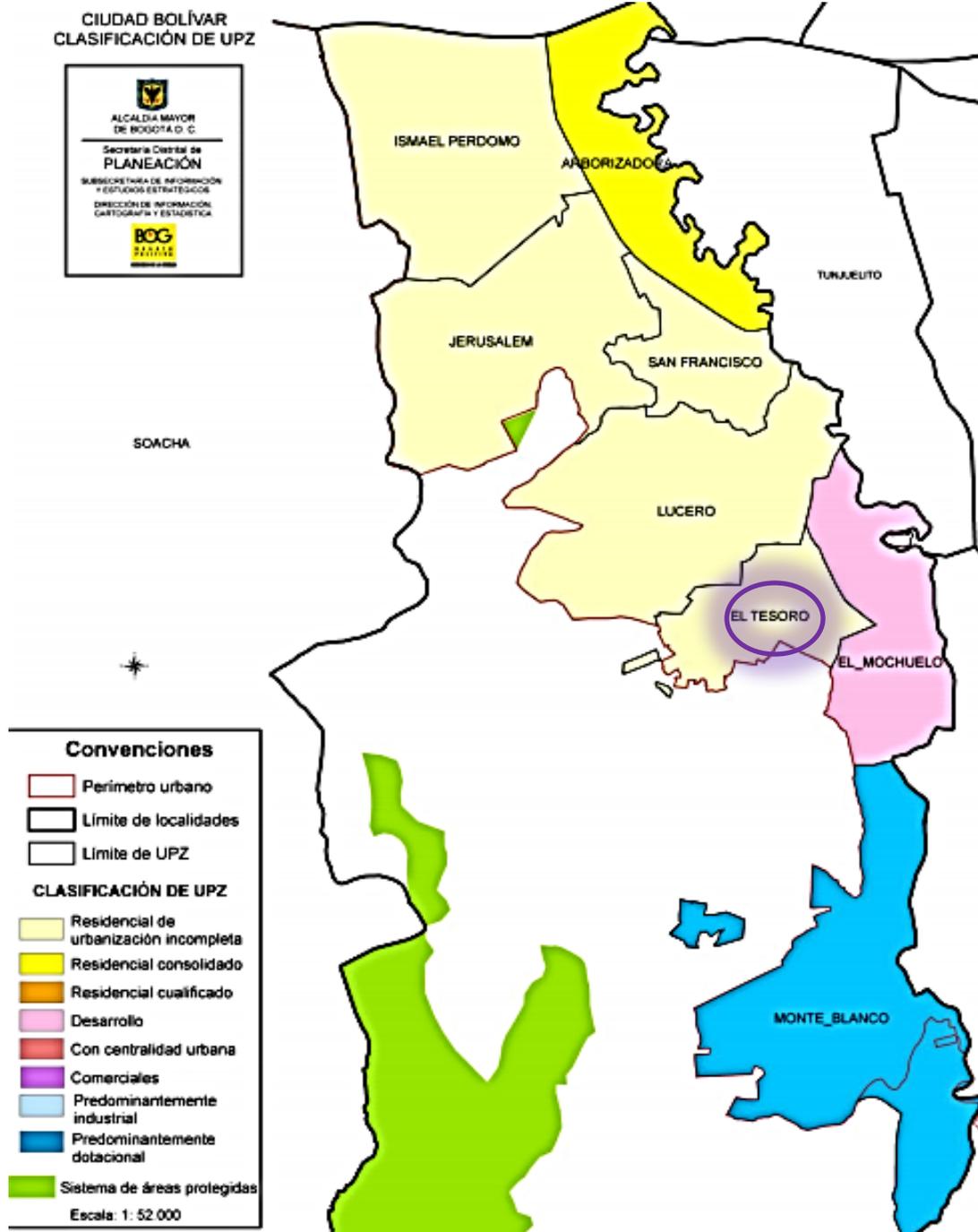


Figura 3. Clasificación de las UPZ de Ciudad Bolívar, en la UPZ el Tesoro se encuentra ubicado el barrio El Recuerdo Sur con urbanización incompleta

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009.

Para establecer los barrios que se encuentran en los ocho grupos de la UPZ de la localidad de Ciudad Bolívar, se identifican de la siguiente manera:

- **UPZ 63 El Mochuelo:** Comprenden los barrios de La Lira, El Pedregal, Villa Jacky, las Manas y Mochuelo Oriental.
- **UPZ 64 Monte Blanco:** El Mochuelo II, Brazuelos de Santo Domingo, Esmeralda, Lagunitas, Paticos y Barranquitos.
- **UPZ 65 Arborizadora:** Atlanta, Arborizadora Baja, La Playa, Madelena, Rafael Escamilla, Santa Helena, Santa Rosa Sur, Villa Helena, El Chircal Sur, La Coruña y las urbanizaciones Protecho, Casa Linda, La Coruña y Atlanta.
- **UPZ 66 San Francisco:** Las Acacias, Candelaria La Nueva, Gibraltar, Colmena, La Casona, Juan José Rondón, San Luis Sur, San Fernando Sur, Santa Inés de la Acacia, Millan Los Sauces, Puerta del Llano, Sauces, Hortalizas..
- **UPZ 67 El Lucero:** Álvaro Bernal Segura, Lucero Alto, Lucero Medio, Lucero Bajo, Domingo Laín, El Bosque, El Castillo, El Mirador, Estrella del Sur, El Triunfo, Gibraltar Sur, Juan Pablo II, La Alameda, La Cabaña, La Escala, Las Manitas, Los Alpes, El Satélite, La Torre, Los Andes de Nutibara, La Estrella de Lagos, Ciudad Milagros, Compartir, Buenavista, Marandú, Meissen, Brisas del Volador, México, Nueva Colombia, Naciones Unidas, Tierra Linda, Vista Hermosa, Villa Gloria y Capri.
- **UPZ 68 El Tesoro:** Arabia, Acapulco, Buenos Aires, Bogotá Sur, Diviño Niño, Casa de Teja, El Consuelo, El Tesoro, Tesorito, El Mochuelo I, El Reflejo, La Cumbre, Los Duques, Inés Elvira, Monterey, Minuto de María, Ocho de Diciembre, Quiba, Potreritos, República de Venezuela, República

de Canadá, San Rafael Sur, San Joaquín del Vaticano, Sotavento, Villa Diana López y El Recuerdo Sur.

- **UPZ 69 Ismael Perdomo:** Bella Estancia, Barlovento, Caracolí, Bonanza Sur, Casa Loma Casavianca, Cerro del Diamante, El Rosal, El Espino, Ismael Perdomo, El Porvenir, El Rincón del Porvenir, Galicia, La Carbonera, Mirador de la Estancia, Mirador de Primavera, Perdomo Alto, Rincón de Galicia, Rincón de la estancia, Rincón de la Valvanera, San Antonio del Mirador, San Isidro, María Cano, San rafael de la Estancia, Santa Viviana, Santo Domingo y Sierra Morena
- **UPZ 70 Jerusalén:** Arborizadora Alta, Bella Vista, Florida del Sur, Jerusalén, La Pradera, Las Brisas, Potosí, Las Vegas de Potosí, Villas de Bolívar y Verona

También la localidad de Ciudad Bolívar presenta Unidades de Planificación Rural (UPR) identificadas como corregimientos. Dentro de la zona rural de Ciudad Bolívar se presenta tres corregimientos (cada una con sus veredas): Mochuelo (Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo), Quiba (Quiba Alta y Quiba Baja) y Pasquilla (Pasquilla, Pasquillita, Santa Bárbara, Santa Rosa y Las Mercedes).

1.2.4 Barrios

Para el año 2008, Ciudad Bolívar tenía un total de 326 barrios con una superficie de 3.285 ha, los cuales se relacionan en el Anexo 1. La UPZ Ismael Perdomo concentra la mayor cantidad de barrios con 91, seguida por Lucero que registra 77 y El Tesoro que presenta 60.

Dentro de la UPZ El Tesoro se encuentra ubicado el barrio El Recuerdo, zona de estudio en la cual se va a desarrollar el *Plan Ambiental y Alimentario* por

TECHO.org y la Universidad Militar Nueva Granada. La zona comprende una superficie de 5,07 ha y un número de identificación de 4999 evidenciada en la figura 4.

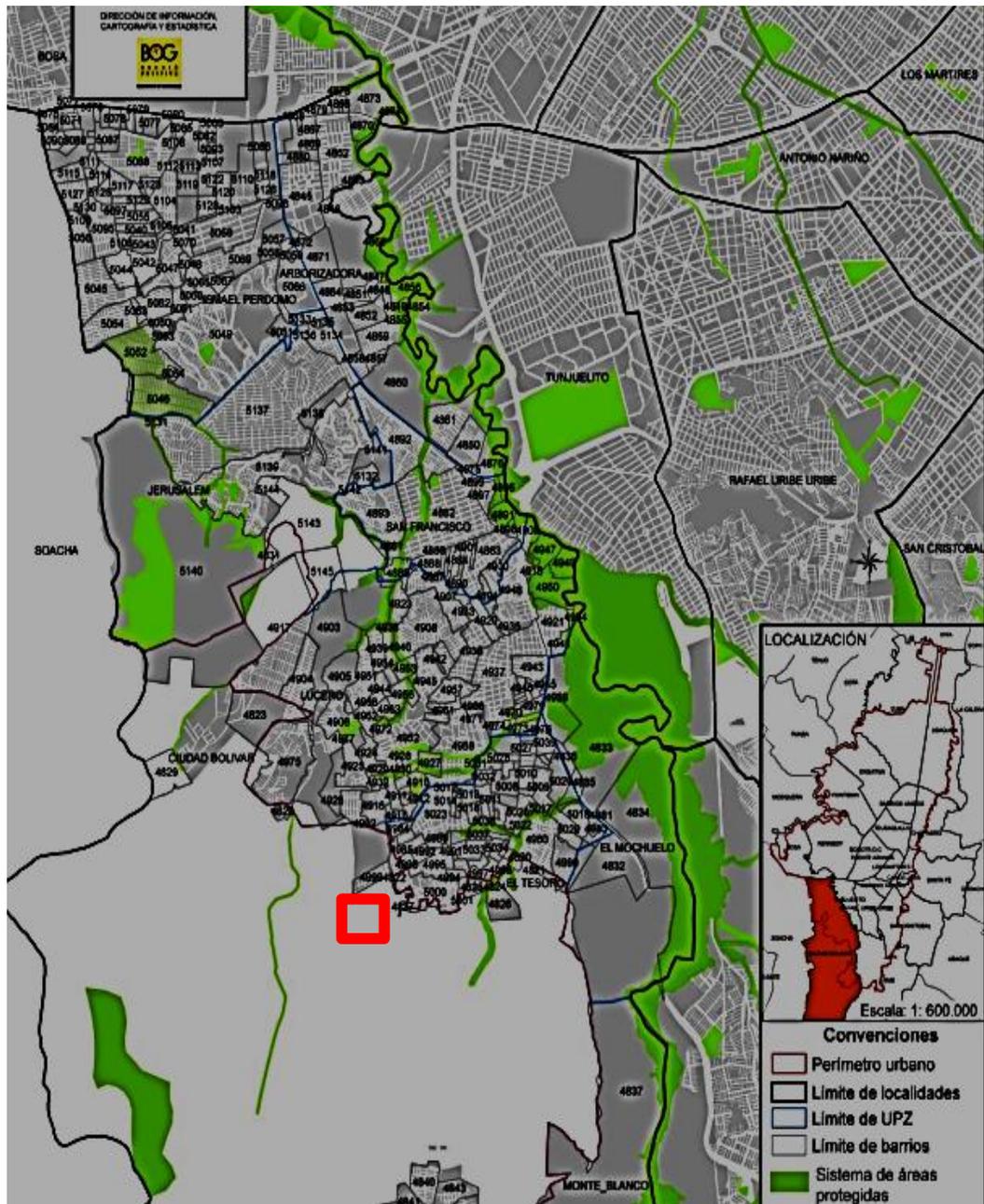


Figura 4. Ubicación del barrio El Recuerdo en la geografía de la localidad de Ciudad Bolívar
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009.

1.2.5 Riesgo

Según el CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño) se define *riesgo* como la combinación de la probabilidad que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

Siendo la *amenaza* un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones y otros impactos a la salud, al igual que daño a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.

En cambio la *vulnerabilidad* muestra las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Los factores que componen la vulnerabilidad son:

- **Exposición:** La condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.
- **Susceptibilidad:** El grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.
- **Resiliencia:** La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesto a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de una manera oportuna y eficaz lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

1.2.5.1 Riesgos naturales: Son fenómenos físicos de procesos naturales. Estos riesgos pueden ser de varios tipos:

- **Riesgos cósmicos:** tienen su origen fuera de nuestro planeta y principalmente son la caída de meteoritos y los derivados de cambios en la cantidad de radiación solar que nos llega.
- **Riesgos biológicos:** se deben a la actividad de seres vivos y los más importantes son la producción de plagas y epidemias, deterioro ocasionado de las construcciones por microorganismos, vegetales y aves.
- **Riesgos geológicos:** son aquellos que se derivan de los procesos geológicos y se agrupan en dos categorías: endógenos y exógenos.

1.2.5.2 Zonas de alto riesgo no mitigables: Al alterar la cobertura natural vegetal protectora para establecer zonas urbanas, canteras, receberas y gravilleras, el material parental queda al descubierto y por acción del viento, corrientes de agua y lluvias, se generan fuertes procesos erosivos que determinan zonas de medio y alto riesgo. Las zonas de alto riesgo están asociadas a fallas tectónicas, cuyos efectos se ven favorecidos por la alteración de la vegetación.

Las zonas de alto riesgo no mitigable, son aquellas donde las obras de control son más costosas y complejas que la reubicación de las viviendas involucradas.

Como estas zonas no pueden ser urbanizadas debido al riesgo elevado que representan, sus habitantes se deben reubicar en otros sectores que no presenten riesgo, dando campo a la transformación de estas zonas de riesgo en áreas verdes de recreación pasiva para la comunidad que habita en los barrios vecinos. Con el fin de evitar la aparición de nuevos asentamientos en estas zonas, la comunidad que habita cerca de ellas debe hacerse cargo de su mantenimiento y administración.

En la tabla 3 se observa que en cinco UPZ de Ciudad Bolívar hay un total de 298.181 m² catalogados como zonas del alto riesgo no mitigable.

UPZ	Cantidad de manzanas	Área m ²
El Mochuelo	-	-
Monte Blanco	-	-
Arborizadora	-	-
San Francisco	2	5.606
Lucero	13	21.559
El Tesoro	1	2.784
Ismael Perdomo	50	267.542
Jerusalem	0	690
Total	66	298.181

Tabla 3. Zonas de alto riesgo no mitigable por UPZ
Fuente: Alcandía Mayor de Bogotá, 2002

1.2.5.3 Amenazas por remoción en masa: Los movimientos de remoción en masa se refieren al movimiento repentino de los materiales terrestres (suelo o roca) en descendencia. Los tipos específicos incluyen: caídas, flujos, reptación, deslizamiento y volcamientos. El riesgo de remoción en masa se presenta principalmente por la construcción de asentamientos en sitios dedicados anteriormente a la explotación de canteras, en rellenos o taludes que no fueron construidos técnicamente e incluso por su ubicación en la ronda de las quebradas.

La amenaza por remoción en masa se clasifica en tres categorías, según sus características:

- **Amenaza alta:** zona donde existe una probabilidad mayor de 44% de que se presente un fenómeno de remoción en masa en un periodo de 10 años, con factor de seguridad menor de 1,1; puede presentarse por causas naturales o por una intervención no intencional causada por el hombre y sus actividades y con evidencia de procesos activos.

- **Amenaza media:** zona donde existe una probabilidad entre el 12 y 44% de que se presente un fenómeno de remoción en masa en un periodo de 10 años, con factor de seguridad mayor o igual que 1,1 y menor de 1,9; puede presentarse por causas naturales o por intervención no intencional causada por el hombre y sus actividades, sin evidencia de procesos activos.
- **Amenaza baja:** zona donde existe probabilidad menor del 12% de que se presente un fenómeno de remoción en masa en un periodo de 10 años con factor de seguridad mayor o igual a 1,9; puede presentarse por causas naturales o por intervención no intencional causada por el hombre y sus actividades.

Como se registra en la tabla 4, en la localidad de Ciudad Bolívar existen un total de 4.650 manzanas en zonas de amenaza por remoción en masa. De éstas, en 690 manzanas la amenaza es alta, en 2.857 la amenaza es media y en 1.103 la amenaza es baja.

UPZ	Zona de amenaza alta	Zona de amenaza media	Zona de amenaza baja	Total
El Mochuelo	4	10	6	20
Monte Blanco	52	-	-	52
Arborizadora	-	-	-	-
San Francisco	10	124	356	490
Lucero	169	1.078	298	1.545
El Tesoro	64	392	39	495
Ismael Perdomo	355	602	290	1.247
Jerusalem	36	651	114	801
Total	690	2.857	1.103	4.650

Tabla 4. Zonas de amenaza por remoción de masa por UPZ
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2002

En el costado occidental de la UPZ Ismael Perdomo, se localizan la mayor cantidad de manzanas en zonas de remoción con amenaza alta; Lucero figura con la mayor cantidad de manzanas con amenaza media y San Francisco

figura con el mayor número de manzanas con amenaza baja. En contraste, la UPZ Arborizadora es la única UPZ que no posee ninguna manzana amenazada por remoción en masa. En el sector de la UPZ Monte Blanco denominado Paticos, en la parte central de esta UPZ y de la UPZ Mochuelo y en parte de la UPZ El Tesoro, están localizadas las otras zonas de alto riesgo por remoción en masa dentro de la localidad (figura 5).

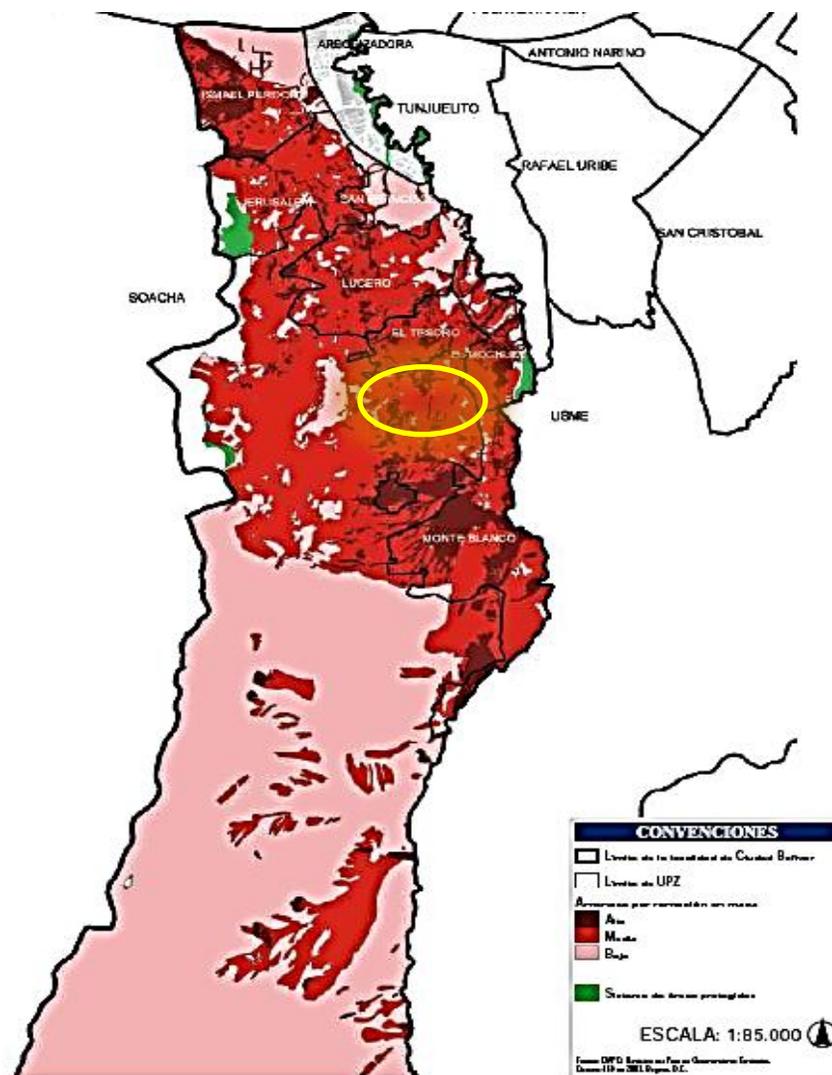


Figura 5. Amenaza por remoción de masa localidad Ciudad Bolívar, UPZ Tesoro con amenaza alta y media
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004

1.2.5.4 Amenaza de inundación: La inundación es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua como resultado de lluvias intensas y continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. Las inundaciones se pueden clasificar de acuerdo con las características del caudal de la fuente de agua, así: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento. Con base en la definición de áreas de amenaza, se especifican las siguientes categorías:

- **Amenaza alta:** zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de una corriente de agua, calculado para el caudal creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, ya sea por causas naturales o por intervención no intencional causada por el hombre y sus actividades; con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos graves potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada, por lo menos, una vez cada diez años durante la vida útil del jarillón y probabilidad de ocurrencia mayor a 65%.
- **Amenaza media:** zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua calculado para el caudal de creciente entre los periodos de retorno de 10 y 100 años, ya sea por causas naturales o por intervención no intencional causada por el hombre y sus actividades; con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos moderados potencialmente dañinos. Esta franja tiene una probabilidad entre el 10% y el 65% de estar inundada durante la vida útil del jarillón.
- **Amenaza baja:** zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde de la corriente de agua calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, ya sea por causas naturales o por intervención no intencional causada por el hombre y sus actividades; con una profundidad de lámina de agua con efectos leves potencialmente

dañosos. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil del jarillón y probabilidad de ocurrencia menor a 10%.

En la tabla 5 se totalizan el área y la cantidad de manzanas por UPZ en Ciudad Bolívar, que se ubican dentro de las zonas de inundación con amenaza alta, media y baja. La localidad tiene un total de 162,5 ha y 90 manzanas, en zonas de amenaza inundación. La UPZ Lucero figura con 9 manzanas en zonas de inundación con amenaza alta y San Francisco con 7. La UPZ El Mochuelo figura con la mayor superficie en hectáreas bajo amenaza alta y media pero no tiene ninguna manzana urbanizada localizada en estas zonas. En cuanto a zonas de inundación en amenaza media, la UPZ San Francisco tiene 9 manzanas y la UPZ Lucero tiene 6. En lo referente a las zonas de inundación con amenaza baja, la UPZ Lucero tiene 35 manzanas, la UPZ San Francisco 15 y la UPZ Arborizadora 8, esta última tiene la mayor superficie de zonas en amenaza baja de inundación.

Finalmente, las UPZ El Tesoro, Ismael Perdomo y Jerusalén no poseen zonas ni manzanas bajo este tipo de amenaza. En la figura 6 se observa que las zonas propensas a inundarse en Ciudad Bolívar se localizan en las inmediaciones de la ronda del río Tunjuelito.

UPZ	Amenaza alta		Amenaza media		Amenaza baja		Total zonas de amenaza	
	Área (ha)	Manzanas	Área (ha)	Manzanas	Área (ha)	Manzanas	Área (ha)	Manzanas
El Mochuelo	12,7	0	9,3	0	25,0	1	47,0	1
Monte Blanco	6,5	0	5,7	0	3,2	0	15,4	0
Arborizadora	2,5	0	1,4	0	46,4	8	50,2	8
San Francisco	8,0	7	3,2	9	7,7	15	18,9	31
Lucero	10,0	9	5,7	6	15,4	35	31,1	50
El Tesoro	-	-	-	-	-	-	-	-
Ismael Perdomo	-	-	-	-	-	-	-	-
Jerusalem	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	39,7	16	25,1	15	97,7	59	162,5	90

Tabla 5. Zonas de amenaza de inundación por UPZ, La UPZ el Tesoro no presenta amenaza.
Fuente: Alcaldía de Bogotá, 2004

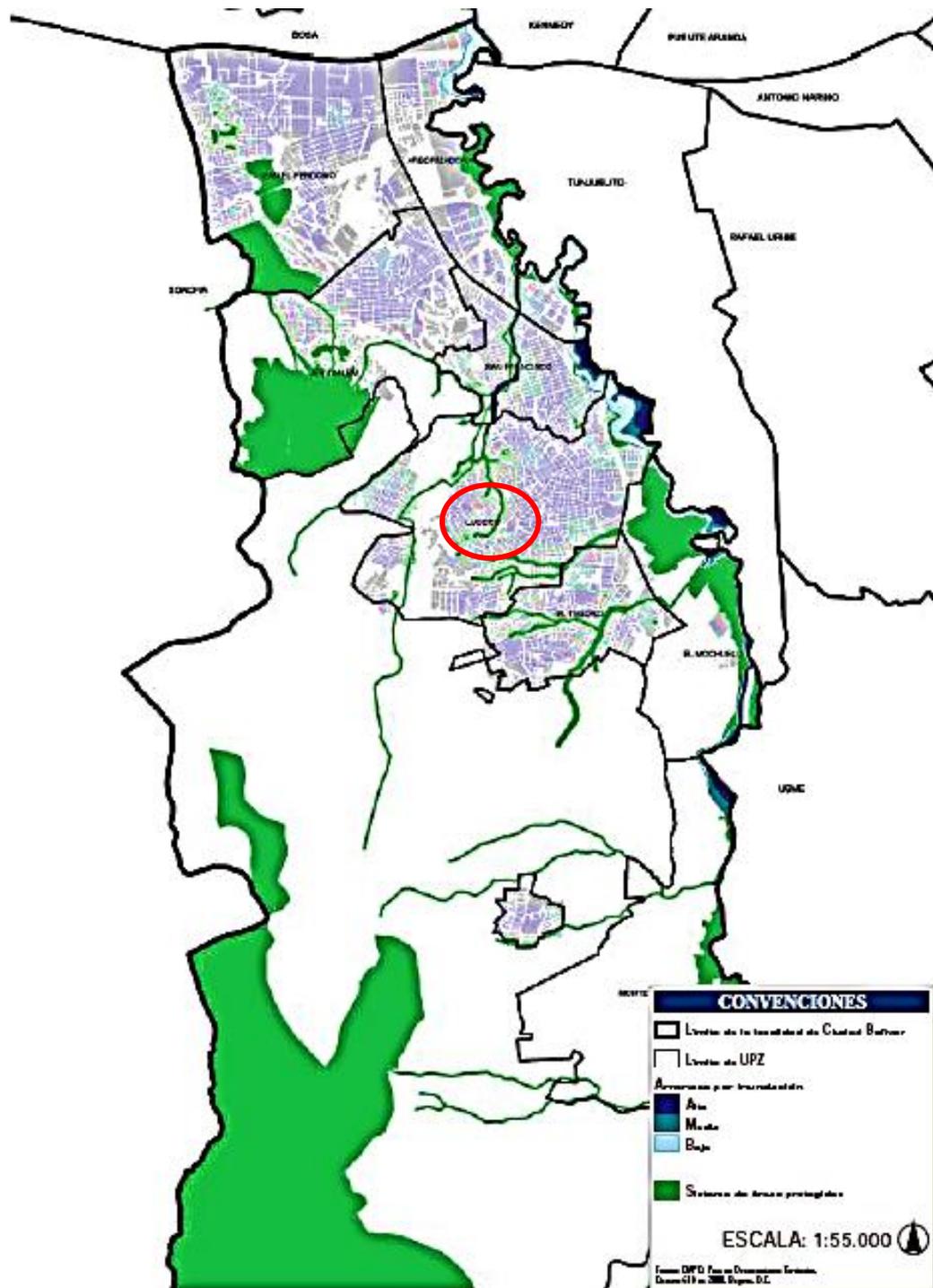


Figura 6. Amenaza por inundación localidad Ciudad Bolívar, UPZ Tesoro con amenaza baja
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004.

1.2.5 Riesgos antrópicos: Son los riesgos provocados por la acción del hombre. Por ejemplo, el hundimiento del terreno como consecuencia de la extracción de fluidos del subsuelo (caso del agua, petróleo o gas natural= en terrenos compresibles, esto supone un riesgo para las diversas obras, como edificaciones o canales.

1.2.5.1 Contaminación atmosférica: La explotación de canteras; las chimeneas de las industrias; los mataderos clandestinos y la quema de huesos de animales que se hace allí mismo; el relleno sanitario Doña Juana y la disposición inadecuada de desechos a campo abierto, pueden generar partículas volátiles y gases como el sulfídrico y el monóxido de carbono que, al provocar malos olores e irritación en la piel y las mucosas, afectan la salud de los habitantes de la localidad.

1.2.5.2 Contaminación por ruido: El problema más grave provocado por ruido se presenta en la parte alta de la localidad, donde en la explotación técnica de canteras usan dinamita, lo que provoca explosiones que superan ampliamente los niveles de ruido soportables para el oído humano, y genera problemas auditivos entre los habitantes de estas zonas. En la parte baja de la localidad también se producen altos niveles de ruido, debido a las avenidas de alta congestión vehicular, por las que circula transporte interdepartamental, municipal y urbano. Esta situación se presenta fundamentalmente en los sectores aledaños a la Autopista Sur y a la Autopista al Llano, donde los barrios más afectados son La Estancia, Perdomo, Casablanca, Madrid, Meissen, México y San Francisco.

1.2.5.3 Contaminación del suelo:

▪ **Disposición inadecuada de residuos sólidos:** Según la Secretaría Distrital de Salud, el problema de disposición de residuos sólidos en la localidad

debe ser considerado en dos niveles: un primer nivel se refiere a la disposición inadecuada de basura domiciliaria producida por la localidad y un segundo nivel que corresponde al relleno sanitario Doña Juana, en el que se traspasan los límites locales, lo que ocasiona un problema que afecta al Distrito. Como se puede ver, los dos casos son focos de conminación del entorno ambiental.

En el primer nivel la disposición inadecuada de basuras se produce cuando la comunidad transforma en botaderos de basura a las calles principales, los parques, los lotes vacíos y las fuentes de agua, en especial las quebradas. Esta situación se presenta con alta regularidad no sólo en la parte alta de la localidad sino en barrios como Arabia, El Rinconcito, Cordillera, El Porvenir, Paraíso, El Mirador y Bellaflor, en los que se quema y arroja basura diariamente, lo que da un aspecto desagradable a todo el sector.

En lo referente al segundo nivel, la localidad posee dentro de su territorio un espacio asignado para recibir los residuos sólidos provenientes de todo el Distrito y otros municipios vecinos, conocido como el relleno sanitario Doña Juana llegando grandes cantidades de basura a este sitio.

- **Erosión e inestabilidad de tierras:** Las áreas afectadas por procesos activos de erosión se manifiestan como cárcavas o barrancos de varios metros de profundidad, producto de la disminución de la cobertura vegetal, de la presencia de numerosas canteras que no respetan las normas técnicas propias de la industria extractiva, de prácticas agrícolas inadecuadas, del uso para pastoreo, del deterioro de los caminos de herradura, del clima seco y agresivo que caracteriza la zona. La actividad extractiva ha generado impactos ambientales significativos sobre el suelo de algunas zonas de la localidad como: la eliminación de la capa orgánica y su imposibilidad de

regeneración, la modificación de las geformas, el cambio de uso del suelo inicial, el incremento de procesos erosivos como surcamiento y carcavamiento, la inestabilidad de taludes y caída de bloques; la alteración de textura y estructura de estratos originales y el deterioro permanente del paisaje.

- **Invasión de rondas e inundaciones:** A lo largo de la quebrada Limas existen numerosos asentamientos humanos, que se originan en la parte alta con los barrios San Joaquín de Vaticano y Nueva Colombia y se extienden en la parte media, donde se ubican barrios como Juan José Rondón y Marandúa, invadiendo así la ronda de esta quebrada. En otros barrios como Meissen, México, Candelaria e Ismael Perdomo, la convergencia de la quebrada Chingaza con el río Tunjuelito presenta la misma problemática. Estas zonas de invasión de ronda, en las que se produce una reducción del cauce y aumento de sedimentos, se convierten en zonas de inundación que pueden generar problemas de avalanchas hacia otros sectores de la ciudad.
- **Invasión del espacio público:** Según la Secretaría de Salud .la situación del espacio en la localidad es caótica como producto de su desordenado proceso de urbanización. De hecho, en los sectores de barrios ilegales el concepto de espacio público es prácticamente inexistente: el espacio es de quien primero lo ocupe. Existen además otros sectores en los que las calles no están delimitadas y no se cuenta con andenes ni sardineles para el transeúnte. En el sector consolidado de la parte baja, las plazas de mercado La Playita, San Francisco y Lucero Bajo hacen uso desde tiempo atrás del espacio público sin que hasta ahora se hayan tomado medidas correctivas al respecto.

- **Invasión de los ecosistemas de protección del sistema orográfico:** El proceso de urbanización de los cerros del sur y suroccidente de la ciudad es reciente. Aunque estos cerros no representan un valor hidrológico ni paisajístico tan alto como el de los cerros orientales, son definitivamente importantes dentro del sistema de montaña al cual pertenecen.
- **Contaminación acuífera:** La quebrada Quiba, también llamada quebrada del Diablo, constituye la principal corriente acuífera de la localidad. Es afluente del río Tunjuelito y, al igual que las demás quebradas que atraviesan la localidad, como es el caso de Yerbabuena y Limas, presenta un grave estado de contaminación con altos niveles de cromo, plomo, cadmio y mercurio, debido a la disposición de residuos sólidos y vertimientos en su lecho.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la zona urbana de Ciudad Bolívar habitan personas de escasos recursos económicos, predominan los tugurios y barrios marginales. Dentro de estos barrios se encuentra El Recuerdo, un barrio que ha sido acompañado por la organización TECHO que busca trabajar de la mano con voluntarios y comunidad para erradicar la pobreza. La mayor parte de este territorio ha sido invadido por familias desplazadas que llegan de diferentes partes del país, a causa de la violencia que existe actualmente en Colombia, muchas de estas familias perdieron todo y buscaron refugio en las grandes ciudades, entre ellas Bogotá.

De igual manera, son familias altamente numerosas que por la falta de educación, el machismo y la falta de oportunidades, han tenido que soportar hambruna y condiciones no aptas para sus hijos. Estos niños aparte de no

comer, tienen que utilizar aguas contaminadas para alimentarse y bañarse, por lo cual sufren enfermedades de origen hídrico y de la piel.

Por ende, la realización de este proyecto contribuirá a mejorar la seguridad alimentaria de la comunidad y facilitará que los pobladores trabajen en equipo, con el fin de que ellos continúen el proyecto después del acompañamiento.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Recuerdo es un barrio ubicado en la parte alta de la localidad de Ciudad Bolívar, habitado por personas sometidas a desplazamiento forzoso debido a los altos índices de violencia que se viven en diferentes partes del país. Estos habitantes enfrentan problemas sociales, económicos y políticos, no disponen de agua potable por tratarse de un barrio de invasión, esto los ha llevado a utilizar aguas residuales para uso doméstico, por ello sufren enfermedades de la piel y gastrointestinales.

En cuanto a los ingresos, estas familias sobreviven con mil pesos diarios para la alimentación de núcleo familiar de 5 o más personas, por ello sufren desnutrición. Por lo que se necesita emprender un proyecto de seguridad alimentaria mediante agricultura urbana y un plan ambiental que facilite el tratamiento de aguas lluvias para uso doméstico, así como la disposición de las aguas negras

De acuerdo con lo anterior, el problema se puede plantear mediante las siguientes preguntas:

¿Cuál será el tratamiento que le daremos a las aguas residuales y aguas lluvias de la comunidad?

¿Cómo mejorar la seguridad alimentaria para aquellas familias que se vinculen al plan ambiental?

1.5 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.5.1 Objetivo General

Contribuir a mejorar la seguridad alimentaria, la salud y la conciencia ambiental de los habitantes del barrio el Recuerdo, a través de la promoción e implementación de cultivos hidropónicos y vertimiento correcto de las aguas residuales, para establecer mejores condiciones de vida en este sitio.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar la mejora de suelos areniscos mediante las tecnologías de compostaje y lombricompostaje, mediante un registro periódico del avance de los cultivos que se desarrollen, con la intención de tener un control detallado para visualizar fortalezas y debilidades.
- Identificar mediante un diagnóstico nutricional el estado de salud de la población que participa en los proyectos de la TECHO.org.
- Estudiar mediante parámetros físico-químicos el agua residual para su posible uso en riego o cultivos hidropónicos.
- Capacitar a los voluntarios de la comunidad para el aprovechamiento de los residuos orgánicos y de aguas lluvias.

1.6 METODOLOGÍA

Con la participación de una parte de la comunidad del barrio El Recuerdo, la organización TECHO y la Universidad Militar, se llevará a cabo un Plan Ambiental que consiste en conducir las aguas residuales, recolectar aguas lluvias e implementar cultivos urbanos. El plan queda organizado mediante las siguientes actividades:

- Reunión con la comunidad, representantes de la organización TECHO y la Universidad Militar.
- Visita al barrio El Recuerdo para la observación de la problemática de la comunidad.
- Recolección de información primaria acerca de las necesidades de la población.
- Con base en las necesidades de la población, se elabora un Plan Ambiental.
- Selección de grupo de trabajo con quién se llevará a cabo el Plan Ambiental.
- Buscar el terreno apto para implementar los cultivos urbanos (hidropónicos y en terreno).
- Recolección de muestras de aguas para el estudio de propiedades físicas y químicas.
- Recolección de aguas lluvias.
- Reciclaje y elaboración de disfraces con material reciclado.
- Capacitación de compostaje y lombricultura.
- Implementación de Plan de Salud.
- Compromisos y control de asistencia para el trabajo comunitario.
- Organizar y estructurar el equipo de trabajo con un líder del proyecto que continúe las actividades después del acompañamiento.

2 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta toda la información que se debe tener en cuenta para desarrollar el trabajo. Incluye conceptos del suelo, geotecnia, ordenamiento territorial, compostaje, lombricultura, agricultura urbana sostenible, calidad del agua y salud.

2.1 EL SUELO

El término suelo ha sido definido de diferentes maneras, ya sea que dicha definición provenga del geólogo, del agrónomo o del ingeniero civil. Para establecer una definición más cercana a cada una de estas profesiones Crespo (2004) concluye la siguiente definición: Suelo es la delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan. (p.18)

2.1.1 Composición del suelo

El suelo está compuesto por materia orgánica viva y muerta, materia orgánica, agua, y aire. A continuación se describe cada componente (ver figura 7):

- **Materia orgánica viva y muerta:** Representada por resto de vegetales, hongos, lombrices de tierras, insectos y por el humus.
- **Materia inorgánica:** Se originan por el proceso de meteorización que ocurran en las rocas, originando compuestos como el fósforo, azufre y nitrógeno, los cuales determinan que un suelo sea fértil para un tipo de cultivo.
- **Agua:** La presencia de agua en el suelo es de vital importancia, ya que mantienen en solución los nutrientes que serán aprovechado por la planta.

- Aire: Ocupa los poros que el agua deja libre. Este aire contiene los mismos gases atmosféricos, pero es más rico en CO₂.

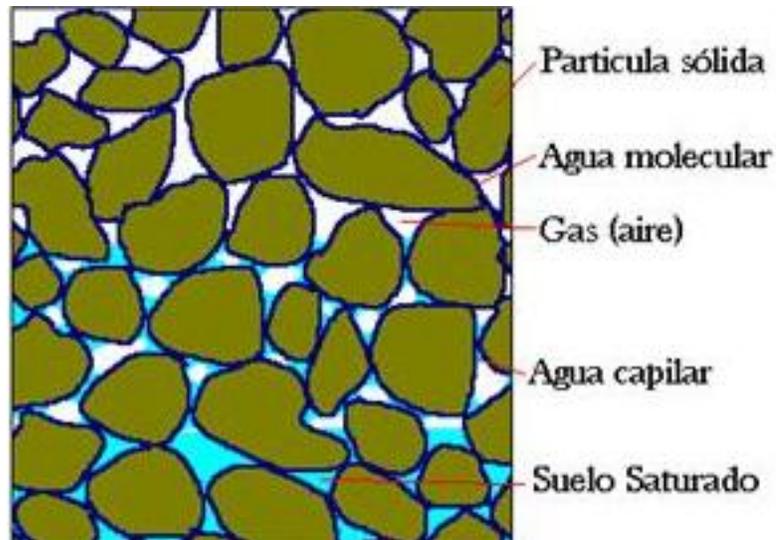


Figura 7. Composición del suelo
Fuente: karlaurdanetaurdaneta.blogspot.com, nd

2.1.2 Propiedades del suelo

Para determinar la calidad de suelo se deben mirar diferentes variables que permitan saber sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Para comprender mayor este concepto -Jhon Duran- define la calidad del suelo como *“la capacidad del suelo de funcionar, dentro de las fronteras del ecosistema y el uso de la tierra, manteniendo la calidad ambiental y fomentando de plantas, los animales y el ser humano”*.

Para establecer la caracterización de los suelos de acuerdo a sus propiedades se toma información de la Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO siglas en inglés):

2.1.2.1 Propiedades físicas del suelo: Las propiedades físicas del suelo se refieren a la estructura, profundidad, disponibilidad de agua, textura, color, consistencia, porosidad, densidad y movimiento del agua a través del suelo.

- **Estructura del suelo:** La partículas texturales del suelo como arena, limo y arcilla se asocian para formar agregados y a unidades de mayor tamaño nombrados por peds. La estructura del suelo afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión. El agua es el componente elemental que afecta la estructura del suelo con mayor importancia debido a su solución y precipitación de minerales y sus efectos en el crecimiento de las plantas (ver figura 8).

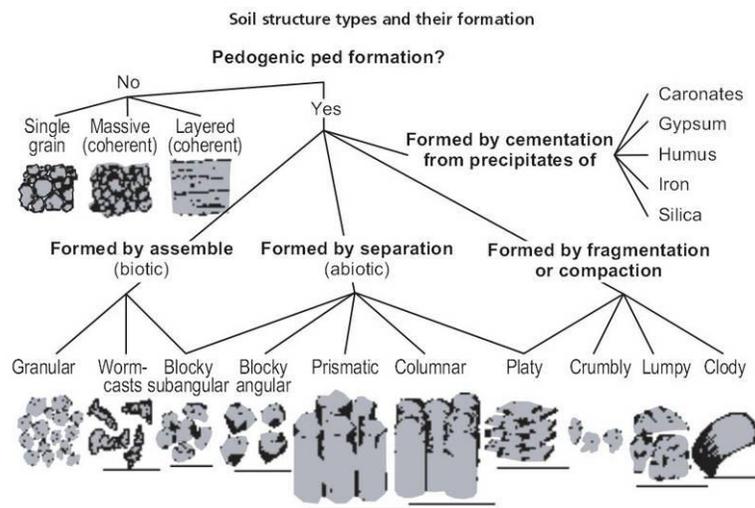


Figura 8. Estructura del suelo, tipos y su formación
Fuente: FAO, 2015.

- **La profundidad del suelo:** La definición original del solum se denominaba como la capa superficial del suelo (horizonte A) junto con el subsuelo (E y B). El horizonte C se definía como estratos con poca formación

edafogénica. De este modo la profundidad efectiva del suelo fue considerada como la espesura del suelo. Sin embargo, la presencia de raíces y la actividad biológica que frecuenta a menudo en horizonte C realza la importancia de incluir este horizonte en la definición de profundidad del suelo. En la práctica los estudios con levantamiento de suelos utilizan límites de profundidad arbitrarios (200 cm). Ver figura 9.

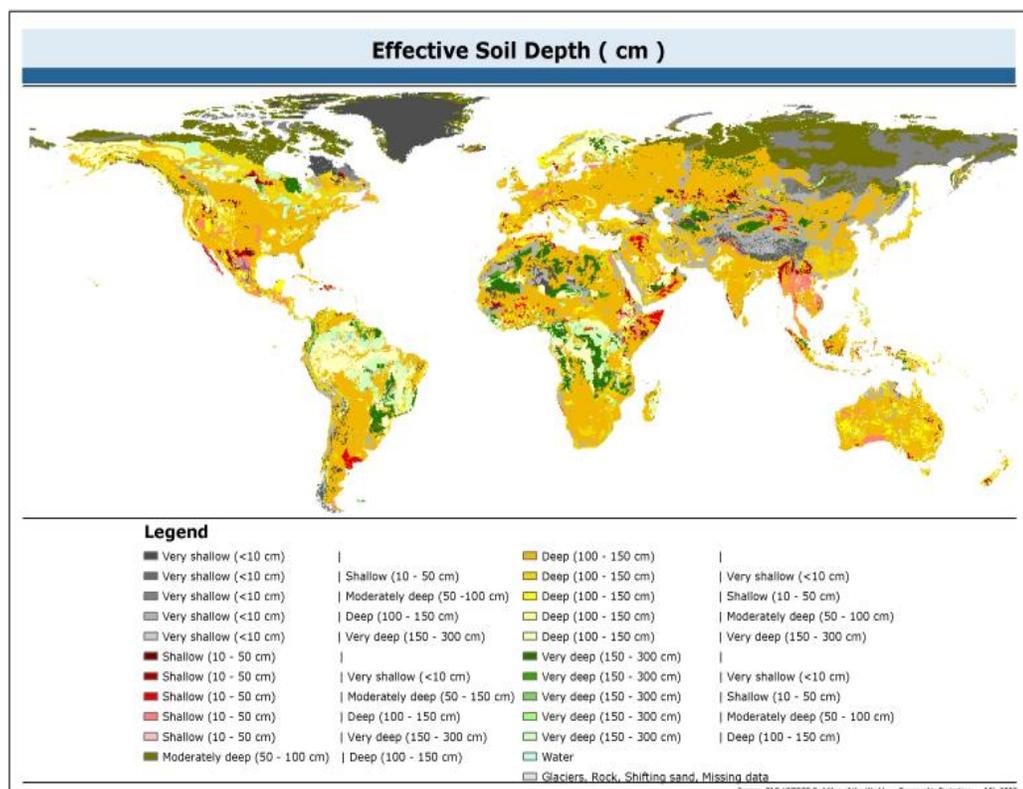


Figura 9. Profundidad efectiva del suelo
Fuente: FAO, 2015.

- **Características del agua en el suelo:** El agua almacenada o fluyente en el suelo afecta la formación del suelo, su estructura, estabilidad y erosión. El agua almacenada es el factor principal para satisfacer la demanda hídrica de las plantas (ver figura 10).

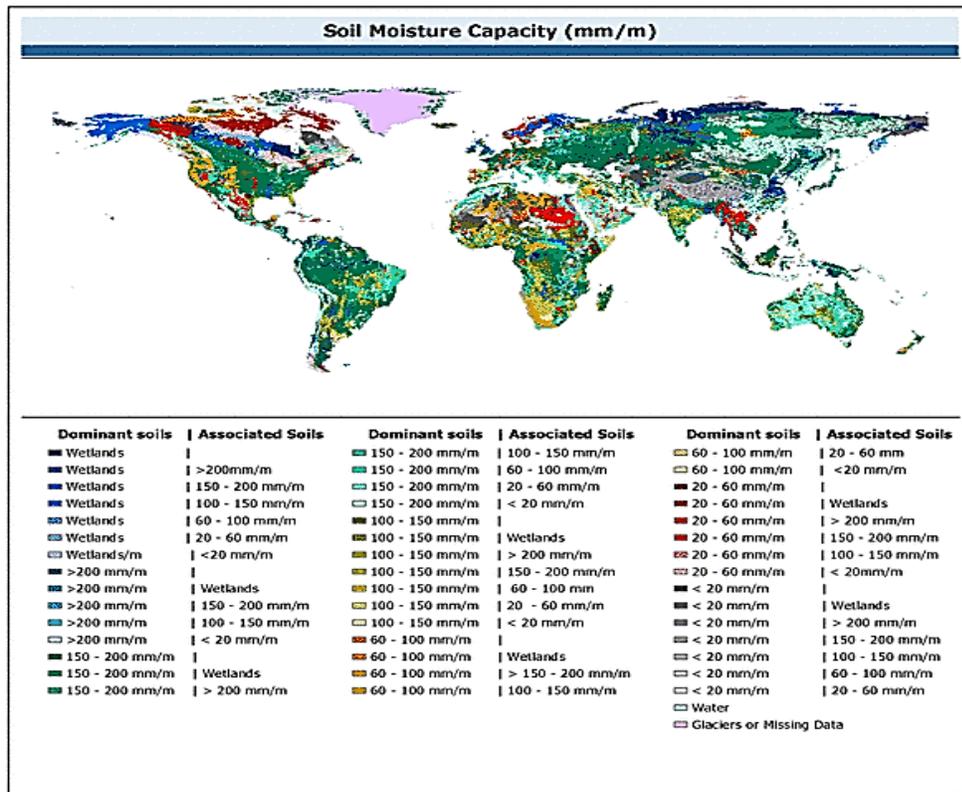


Figura 10. Contenido de humedad en el suelo (mm/m)
Fuente: FAO, 2015.

- La disponibilidad del agua en el suelo:** Cuando un campo se encuentra encharcado, el espacio de aire en el suelo se desplaza por el agua. Se denomina Capacidad de Campo (CC) a la cantidad de agua el suelo es capaz de retener luego de ser saturado y dejado drenar libremente evitando evapotranspiración y hasta que el potencial hídrico se estabilice (tras 24 a 48 horas de la lluvia o riego). El agua ocupando el espacio de los poros más grandes (macroporos) drena hacia capas inferiores bajo la fuerza de gravedad. Los poros más pequeños (microporos) se llenan de agua y los más grandes de aire y agua. El punto Capacidad de Campo corresponde a una succión de 1/3 bar. Las plantas deben producir una succión hasta 15 bares como máximo. A los 15 bares de succión la cantidad de agua en el suelo se denomina por el Punto de

Marchitez Permanente (PMP). A ese punto las plantas pierden la capacidad de succión y siguen perdiendo agua mediante la transpiración. Se pierde la turgencia de la planta resultando en su marchitez. Gráficamente la diferencia entre el Punto de Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente resulta en el agua disponible para cultivo en mm o expresado porcentualmente. La textura del suelo influencia en la cantidad de agua en un suelo drenado hasta el punto de capacidad de campo y la cantidad que está disponible para las plantas. La humedad del suelo que se encuentra disponible se puede determinar en el laboratorio como se ilustra en las curvas de retención de humedad del suelo (ver figura 11).

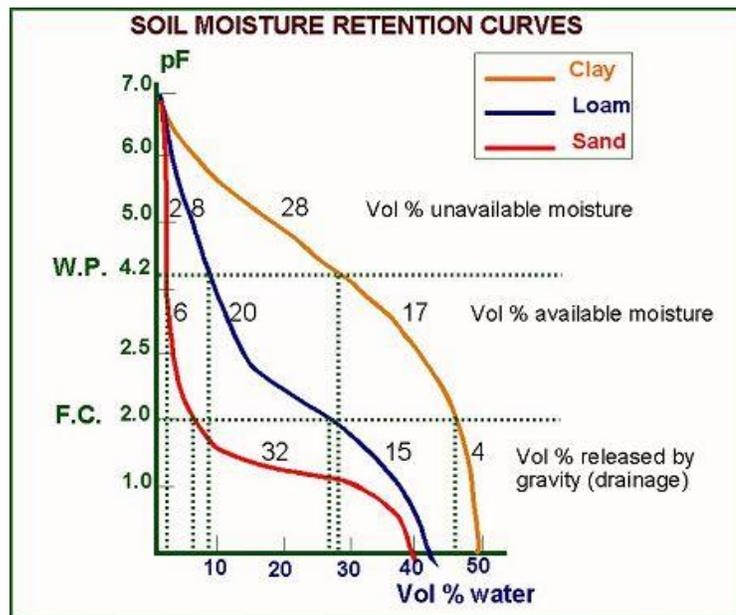


Figura 11. Curva de retención de humedad del suelo
Fuente: FAO, 2015.

- **Textura del suelo:** La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena,

limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades. El triángulo de textura de suelos según la FAO se usa como una herramienta para clasificar la textura. Partículas del suelo que superan tamaño de 2.0mm se definen como piedra y grava y también se incluyen en la clase de textura. Por ejemplo, un suelo arenoso con 20% de grava se clasifica como franco arenoso con presencia de gravas. Cuando predominan componentes orgánicos se forman suelos orgánicos en vez de minerales (ver figura 12).

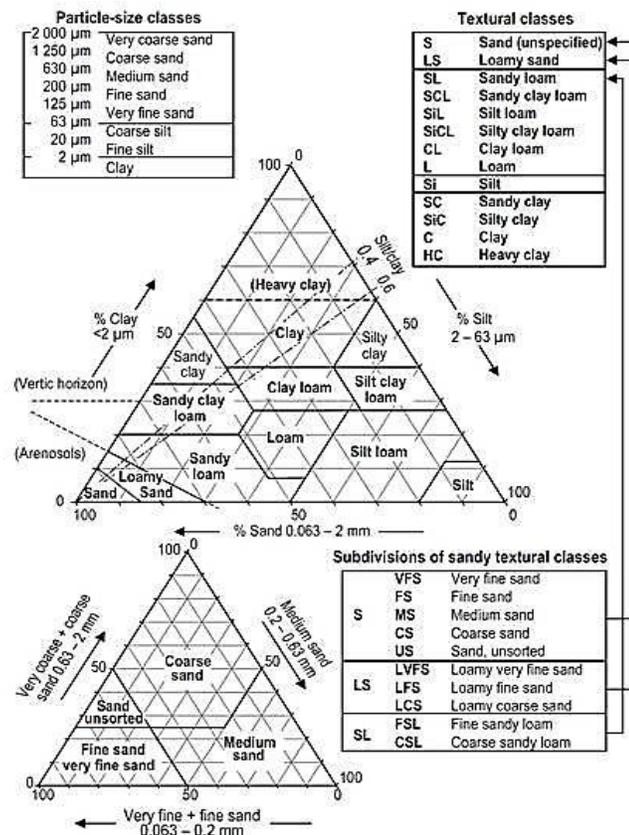


Figura 12. El triángulo de textura de suelos
Fuente: Guía para la descripción de suelo, 4a edición, 2006.

- **Color:** El color del suelo depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales presentes. Se puede evaluar como una medida indirecta ciertas propiedades del suelo. Se usa para distinguir las secuencias en un perfil del suelo, determinar el origen de materia parental, presencia de materia orgánica, estado de drenaje y la presencia de sales y carbonato.
- **Consistencia del suelo:** La consistencia es la propiedad que define la resistencia del suelo a la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él. Según su contenido de humedad la consistencia del suelo puede ser dura, muy dura y suave. Se mide mediante tres niveles de humedad; aire-seco, húmedo y mojado. Para la construcción sobre él se requiere medidas más precisas de resistencia del suelo antes de la obra.
- **Porosidad del suelo:** El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas.
- **Densidad del suelo:** Mediante la determinación de la densidad se puede obtener la porosidad total del suelo. Se refiere al peso por volumen del suelo. Existen dos tipos de densidad, real y aparente. La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65. Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o tenor elevado de partículas

granulares como la arena. Una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorecido para el crecimiento de las plantas.

- **Movimiento del agua en el suelo:** El agua fluye en el suelo debido a varios tipos de fuerzas como de gravedad, ascenso capilar y osmosis. Entre fuerzas de succión 0 y 1/3 bar el agua fluye en el suelo por las fuerzas de gravedad, este fenómeno se nombra por flujo saturado. Fuerzas de succión más elevadas se nombran flujos no saturados. Los flujos de agua se pueden medir en campo mediante la Conductividad Hidráulica. Se puede obtener información fundamental en la circulación del agua en el suelo mediante la descripción de suelos de las clases de drenaje y sus características asociadas (propiedades gléyicas y stágnicas).

2.1.2.2 Propiedades químicas del suelo: Las propiedades químicas del suelo se refieren a su capacidad de intercambio catiónico, pH, porcentaje de saturación de bases, nutrientes, carbono orgánico, nitrógeno, salinización, alcalinización, contenido de carbonato de calcio y de sodio.

- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** Es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica. La unidad de medición de CIC es en centimoles de carga por kg de suelo cmolc/kg o meq/ 100g de suelo (ver figura 13).

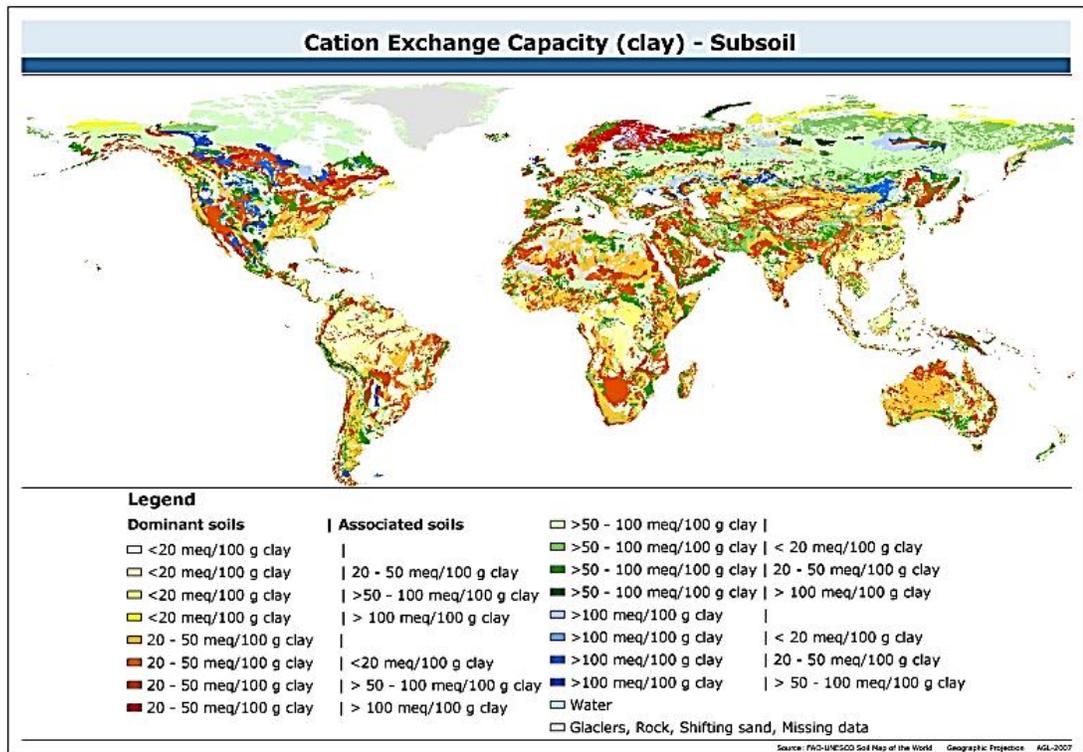


Figura 13. Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo
Fuente: FAO, 2015.

▪ **pH (potencial de hidrógeno):** Determina el grado de adsorción de iones (H^+) por las partículas del suelo e indica si un suelo está ácido o alcalino. Es el indicador principal en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, influyendo en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo. El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino). Los suelos muy ácidos (<5,5) tienden presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos (>8,5) tienden a dispersarse. La actividad de los organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos y para los cultivos agrícolas el valor del pH ideal se encuentra en 6,5 (ver figura 14).

plantas. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen Carbono(C), Hidrógeno (H), Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl).

▪ **Carbono orgánico del suelo:** La vegetación fija el carbono de la atmósfera por fotosíntesis transportándolo a materia viva y muerta de las plantas. Los organismos del suelo descomponen esta materia transformándola a Materia Orgánica del Suelo (MOS). El carbono se libera de la biomasa para la MOS, en organismos vivos por un cierto tiempo o se vuelve a emitir para la atmósfera por respiración de los organismos (organismos del suelo y raíces) en forma de dióxido de carbono, CO_2 , o metano CH_4 , en condiciones de encharcamiento en el suelo. La MOS se encuentra en diferentes grados de descomposición y se distingue en distintas fracciones como lábiles (compuestas de hidratos de carbono, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos) o fracciones húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas). Las fracciones lábiles resultan más rápidas en digerir para los microorganismos resultando en respiración de carbono y plazo de permanencia más corto en el suelo. Las fracciones húmicas se encapsulan en los agregados del suelo y son más difíciles para acceder. Además, su composición es más estable con químicos más complejos de descomponer y permanecen por periodos muy largos en el suelo. El Carbono Orgánico del Suelo (COS) mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la Capacidad de Intercambio Cationico, la retención de humedad y contribuye con estabilidad de suelos arcillosos al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados. La MOS está compuesta en mayoría de carbono, tiene una capacidad de retener una gran proporción de nutrientes, cationes y oligoelementos esenciales para el crecimiento de las plantas.

Gracias a la MOS la lixiviación de nutrientes se inhibe y es integral a los ácidos orgánicos que disponibilizan los minerales para las plantas y regulador del pH del suelo. Se reconoce globalmente que el tenor de carbono orgánico en el suelo sea un factor fundamental para la salud del suelo, forma parte fundamental del Ciclo de Carbono y tiene gran importancia en la mitigación a los efectos del cambio climático (ver figura 15).

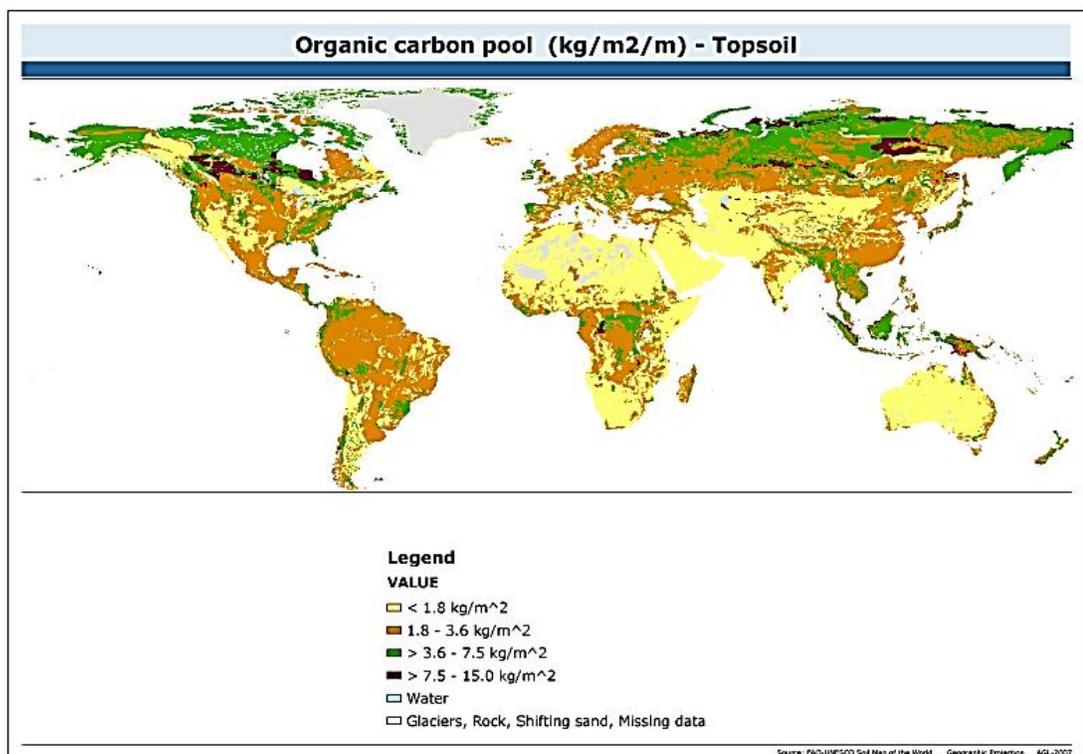


Figura 15. La reserva de carbono orgánico (KG-M2-M) - Capa superficial del suelo
Fuente: FAO, 2015.

- **Nitrógeno del suelo:** El nitrógeno del suelo es uno de los elementos de mayor importancia para la nutrición de las plantas y más ampliamente distribuido en la naturaleza. Se asimila por las plantas en forma catiónica de amonio NH₄⁺ o aniónica de nitrato NO₃⁻. A pesar de su amplia distribución

en la naturaleza se encuentra en forma inorgánica por lo que no se pueden assimilar directamente. Además existen las formas gaseosas del N pero son muy pequeñas y difíciles de detectar como óxido nitroso (N₂O), óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂) , amoníaco (NH₃) y nitrógeno molecular presente en la atmósfera del suelo (N₂). Ver figura 16.

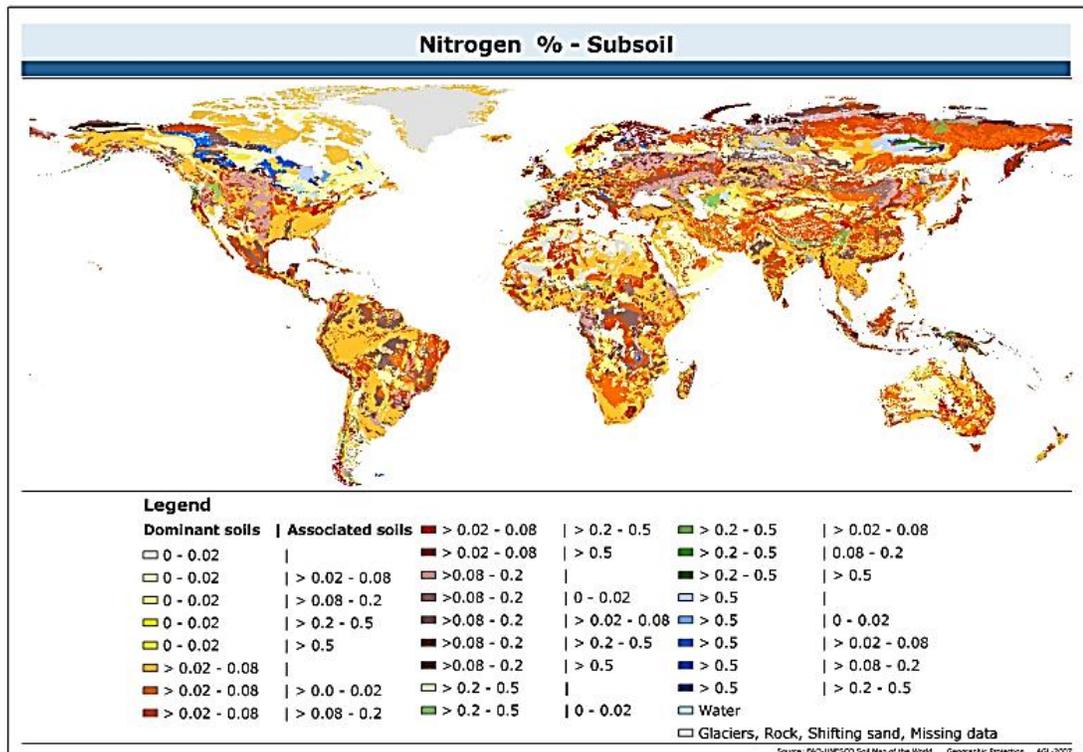


Figura 16. Porcentaje del Nitrógeno -Subsuelo
Fuente: FAO, 2015.

- **Salinización del suelo:** Se refiere a la acumulación de sales solubles en agua en el suelo. Las sales que se pueden encontrar en un nivel freático salino se transportan con el agua a la superficies del suelo mediante ascenso capilar y una vez que el agua se evapora se acumulan en la superficie del suelo. La salinización suele ocurrir con manejo de riego inapropiado sin tomar en consideración el drenaje e lixiviación de los sales por fuera de los suelos. Las sales también se pueden acumular

naturalmente o por la intrusión de agua marina. La salinización elevada en el suelo lleva a la degradación de los suelos y la vegetación. Las sales más comunes se encuentran en combinaciones de los cationes de sodio, calcio, de magnesio y de potasio con los aniones de cloro, sulfato y carbonatos.

- **Alcalinización del suelo:** La alcalinización, o soidicidad del suelo, se define como el exceso de sodio intercambiable en el suelo. A medida que su concentración incrementa en el suelo empieza a reemplazar otros cationes. Los suelos sódicos se frecuentan en regiones áridas y semiáridas y se encuentran muchas veces inestables con propiedades físicas y químicas muy pobres. Debido a ello el suelo se encuentra impermeable disminuyendo la infiltración, percolación, infiltración del agua por el suelo y por último el crecimiento de las plantas.
- **Contenido de carbonato de calcio en el suelo:** El carbonato de calcio, CaCO_3 , es una sal poco soluble que se encuentra naturalmente en varias formas y en varios grados de concentración en el suelo. Su presencia juega un papel fundamental en la estructura del suelo si se encuentra en concentraciones moderadas. Se utiliza como enmienda para neutralizar el pH de suelos ácidos y para suministrar el nivel de Calcio (Ca) para la nutrición de las plantas. Sin embargo, puede resultar problemático si su concentración llega a exceder la capacidad de adsorción en el suelo formando complejos insolubles con otros elementos. Estos componentes son difíciles de asimilar por las plantas llevando a su acumulación. Cantidades excesivas de calcio puede por ello restringir la disponibilidad de fósforo, boro y hierro para las plantas (ver figura 17).

Classification of forms of secondary carbonates

SC	soft concretions
HC	hard concretions
HHC	hard hollow concretions
D	disperse powdery lime
PM	pseudomycelia* (carbonate infillings in pores, resembling mycelia)
M	marl layer
HL	hard cemented layer or layers of carbonates (less than 10 cm thick)

* Pseudomycelia carbonates are not regarded as "secondary carbonates" if they migrate seasonally and have no permanent depth.

Figura 17. Clasificación de las formas de carbonatos secundarios
Fuente: FAO, 2015.

▪ **Contenido de Carbonato de Sodio (Yeso) en el suelo:** En los suelos puede ocurrir la presencia de la acumulación secundaria de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) extendiéndose principalmente en regiones muy áridas o donde el lavado del suelo esté restringido a causa de baja permeabilidad. Los suelos afectados por concentraciones elevadas de yeso se han desarrollado en gran mayoría en depósitos no consolidados aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado con alto contenido de bases. Existe una vaga vegetación natural que cubre los suelos con alto contenido de yeso, de hecho se encuentran apenas arbustos y árboles xerófilos y/o hierbas efímeras.

2.1.2.3 Propiedades biológicas del suelo: Dentro de las propiedades biológicas se encuentra el ciclo del nitrógeno y el ciclo del carbono.

▪ **Ciclo del nitrógeno:** El Ciclo del nitrógeno del suelo se relaciona con la actividad microbiana y fauna del suelo como las lombrices, nematodos, protozoarios, hongos, bacterias y artrópodos. La biología del suelo juega un papel fundamental en la composición del suelo y sus características. Sin

embargo, al ser una ciencia recién descubierta permanece mucho por investigar y como afecta la naturaleza de los suelos. Los organismos del suelo descomponen la materia orgánica proveniente de restos vegetales y animales liberando a su vez nutrientes para ser asimilados por las plantas. Los nutrientes que se encuentran almacenados dentro de los organismos del suelo impiden su pérdida por lixiviación. Los microorganismos del suelo mantienen la estructura mientras las lombrices remueven el suelo. Las bacterias juegan un papel crucial para el Ciclo del Nitrógeno mediante varios procesos (ver figura 18):

La **mineralización** del nitrógeno en el suelo se define como la impregnación con amoníaco o componente de amoníaco (NH_3). Un proceso donde las formas puras de nitrógeno se transforman en amonio (NH_4^+) con la ayuda de descomponedores o bacterias. Cuando una planta o animal muere, o un animal desecha waste el nitrógeno se encuentra en forma inorgánica. Las bacterias, o en algunos casos los hongos, transforman el nitrógeno orgánico en los restos de vuelta a amonio, un proceso denominado la mineralización o amonificación.

La **nitrificación** incluye un proceso en que se divide en tres etapas. En la primera etapa las bacterias transforman el nitrógeno en forma de amonio (NH_4^+) por lo que pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas. En la segunda etapa el amonio se oxida y se forma nitrito NO_2^- . En la tercera etapa mediante oxidación se forma nitrato, NO_3^- .

La **fijación de nitrógeno** ocurre con bacterias en el suelo o algas capaces de fijar el nitrógeno atmosférico incorporándolo a su organismo y depositado al suelo una vez muertos. Las bacterias Azobacter y clostridium se nombran como las fijadoras de nitrógeno en manera no simbiótica. Las bacterias que

llevan a cabo fijación simbiótica incluye Rhizobia. Su hábitat se encuentra alrededor de las raíces leguminosas formando nódulos en las células corticales habitadas por las bacterias.

La desnitrificación devuelve el nitrógeno a la atmósfera. Las bacterias anaeróbicas *Achromobacter* and *Pseudomonas* llevan al proceso la conversión de nitratos y nitritos como óxido de nitrógeno N_2O o N molecular N_2 . En exceso el proceso tiende a conducir a pérdidas totales de nitrógeno disponible en el suelo y en consecuencia su fertilidad.

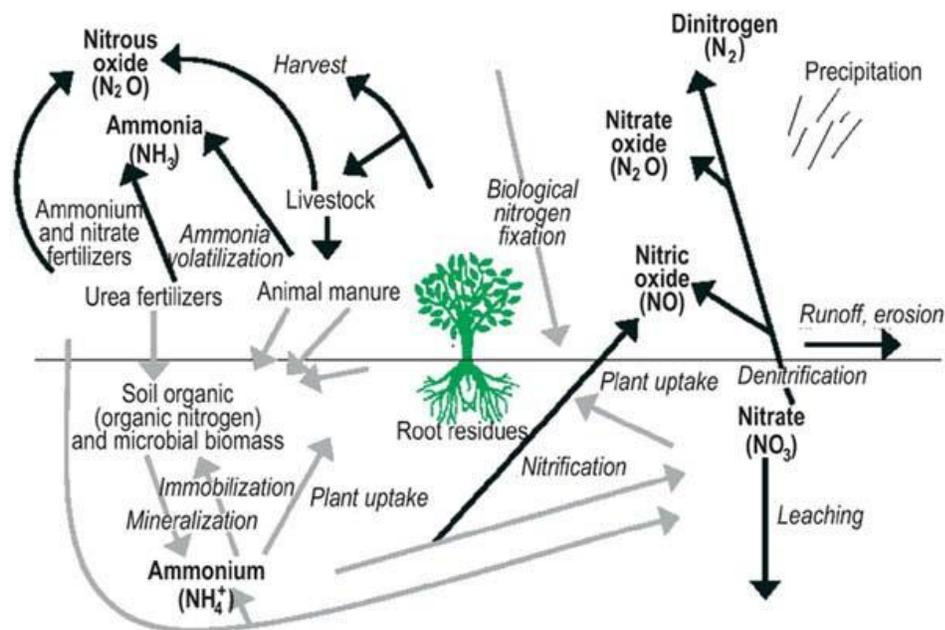


Figura 18. Ciclo del nitrógeno
Fuente: FAO, 2015.

- **Ciclo del carbono:** El diagrama del ciclo de carbono ilustra el proceso donde el elemento de carbono se intercambia entre la biosfera, pedosfera, geosfera, hidrosfera y atmósfera de la Tierra. Se designa como el proceso

más importante del planeta al reciclar y reutilizar el elemento más abundante del planeta. Los flujos anuales del carbono y sus intercambios entre las distintas reservas ocurren debido a los procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos.

Los organismos que viven en el suelo son factores determinantes para la circulación de nutrientes y del carbono en el suelo. Una gran parte de la materia orgánica originada por la descomposición anual de los residuos vegetales se acumula en la superficie del suelo o en la zona radicular y se consume casi por completo por los organismos del suelo creando así una reserva de carbono con una rápida tasa de renovación, en muchos casos, entre 1 a 3 años. Los subproductos de este consumo microbiano resultan en emisiones de dióxido de carbono, CO_2 , y agua, H_2O , y una variedad de compuestos orgánicos designados como humus.

El humus está compuesto por sustancias difíciles de degradar y por ello resulta lenta su descomposición. Al ser formado en horizontes superficiales del suelo generalmente una parte se precipita hacia perfiles inferiores como complejos arcillo-húmicos. En los perfiles más profundos del suelo el tenor de oxígeno suele ser menor por lo que dificulta la descomposición del humus por los organismos. Pero con el tiempo, debido a varios procesos naturales que remueven el suelo el humus se vuelve a aportar hacia horizontes superiores donde se podrá descomponer y liberar más CO_2 . Es por ello que el humus constituye una reserva más estable para el carbono del suelo con duración de centenas a miles de años. En la mayoría de los suelos, la descomposición del humus rápida y lenta lleva a un tiempo de residencia de alrededor de 20 a 30 años. Los microorganismos del suelo (considerando en términos de sus emisiones de respiración) disponen alta sensibilidad al contenido de carbono orgánico en el suelo tal como a la temperatura y

tenor de agua por lo que aumentan la respiración en tenores elevados de carbono, temperaturas elevadas y condiciones más húmedas en el suelo (ver figura 19).

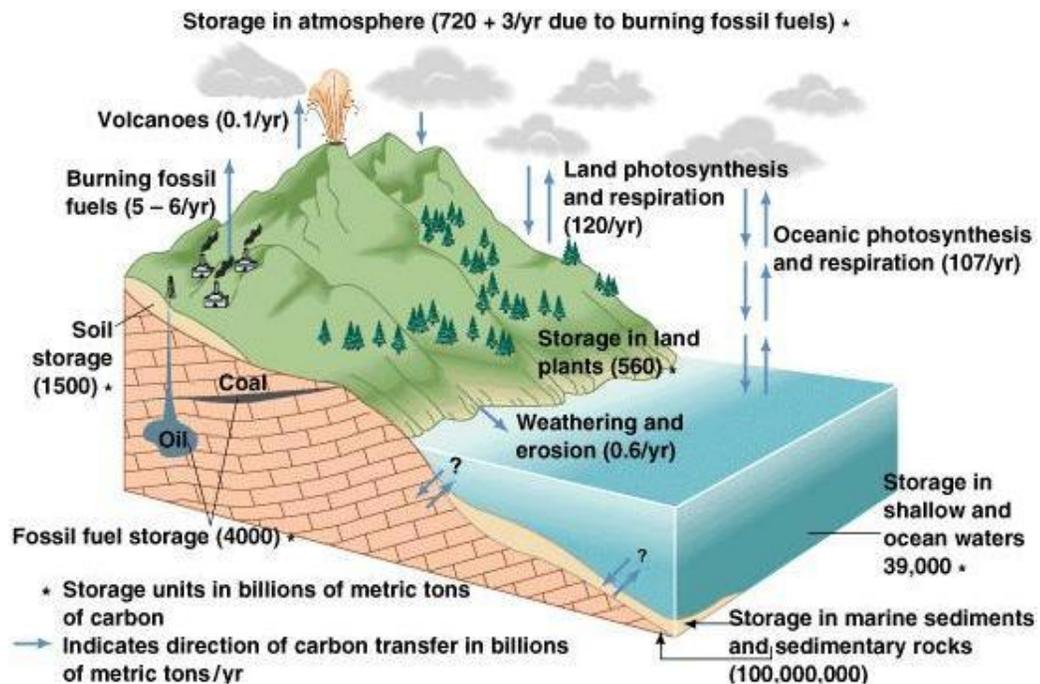


Figura 19. Ciclo del carbono
 Fuente: FAO, 2015.

2.1.3 Perfil del suelo

Es la sección o corte vertical que describe las diferentes capas del suelo desde la superficie hasta la roca madre. Cada una de las capas es denominada *horizontes* cuyas formaciones son las siguientes (ver figura 20):

- **Horizonte A:** Es la capa del suelo donde se acumula la materia orgánica, también es llamada capa vegetal, tierra arable o suelo agrícola. Es formado por restos de animales, vegetales, limo y arenas. Su coloración es oscura y puede tener hasta un metro de espesor.

- **Horizonte B:** Se encuentra debajo del horizonte A es llamado también subsuelo, está formado por rocas fragmentadas, partículas minerales y piedras. En él hay muy pocos organismos, es de color más claro (pardo rojizo o amarillento).
- **Horizonte C:** es el horizonte más profundo se compone de fragmentos rocosos y constituye el tránsito a la roca madre. Está formado por cantos sueltos en una matriz de arcilla y arena y se presenta más desarrollado en los climas cálidos y húmedos. Su espesor varía entre algunos metros y puede llegar a más de treinta metros.
- **Horizonte D:** es la roca alterada o roca madre.

Los dos primeros horizontes son los más importantes para la actividad agrícola.



Figura 20. Perfil del suelo
Fuente: La Nación Revista, Especial Ecología, 1999.

2.1.4 Tipos de suelo

Según Crespo (2004) los suelos se dividen en dos amplios grupos: suelos cuyo origen se debe a la descomposición física y/o químicas de las rocas, es

decir, de los suelos inorgánicos, y suelos cuyo origen es principalmente orgánico.

Los suelos inorgánicos son producto del intemperismo (degradación o descomposición de los materiales rocosos expuestos al aire, la humedad, la temperatura y al efecto de la materia orgánica) de las rocas permanece en el sitio donde se formó, esto da origen a un *suelo residual*; en caso contrario, forman un *suelo transportado*, de los cuales pueden citarse como principales los glaciares, el viento, los ríos y corrientes de agua superficial, los mares y las fuerzas de gravedad; estos factores actúan a menudo combinándose.

La combinación del escurrimiento de aguas en las laderas de colinas y montes y de las fuerzas del campo gravitacional, forma los *depósitos de talud*, en las faldas de las elevaciones; estos depósitos suelen ser heterogéneos, sueltos y predominantemente formados por materiales gruesos (ver figura 21).



Figura 21. Depósito de talud
Fuente: civilgeeks.com,nd

El escurrimiento de torrentes produce arrastre de materiales de gran tamaño (mayor a velocidades crecientes en el agua), que se depositan en forma

graduada a lo largo de su curso, correspondiendo los materiales más finos a las zonas planas de los valles.

Los *depósitos lacustres* son generalmente de grano muy fino, a causa de la pequeña velocidad con que las aguas fluyen en los lagos (ver figura 22). Mientras que, los *depósitos marinos* (formados por el mar) suelen ser estratificados, reflejando muchas veces las características de las costas que los mares bañen (ver figura 23)



Figura 22. Depósito de lacustre
Fuente: asturnatura.com,nd



Figura 23. Depósito marino
Fuente: asturnatura.com,nd

Los *depósitos glaciares* están formados por suelos heterogéneos, que van desde grandes bloques, hasta materiales muy finamente granulados, a causa de las grandes presiones desarrolladas y de la abrasión producida por el movimiento de las masas de hielo (ver figura 24).



Figura 24. Depósito glacial
Fuente: ambiente.gov.ar, nd

Dos tipos principales de suelo deben su formación al arrastre del viento: el loess y los médanos (ver figura 25). El *loess* puede definirse como un depósito eólico, constituido por una mezcla uniforme de arenas finas cuarzosas, algo feldespáticas y limos estructurados de forma cohesiva que se atribuye a películas arcillosas.

Los *médanos* son aglomeraciones de arena suelta, que fue arrastrada por el viento a poca altura y que se vio detenida por algún obstáculo natural de la superficie del terreno. Suelen estar formados por arenas cuarzosas uniformes, con algo de mica (minerales alcalinos caracterizados por su fácil exfoliación en delgadas láminas flexibles)



Figura 25. Depósito eólico

Fuente: geomorfologiaepc.blogspot.com, 2014

En cuanto a los suelos orgánicos, ellos se forman casi siempre in situ. Muchas veces la cantidad de materia orgánica, ya sea en forma de humus o de materia no descompuesta, o en su estado de descomposición, es tan alta con relación a la cantidad de suelo inorgánico que las propiedades que pudieran derivar de la porción mineral quedan eliminadas. Esto es muy común en las zonas pantanosas, en las cuales los restos de vegetación acuática llegan a formar verdaderos depósitos de gran espesor, conocidos con el nombre genérico de *turbas*. Se caracterizan por su color negro o café oscuro, por su poco peso cuando están secos y su gran compresibilidad y porosidad. La turba es el primer paso de la conversión de la materia vegetal en carbón (ver figura 26).



Figura 26. Turba

Fuente: infoagro.com, nd.

A continuación se describen los suelos más comunes con los nombres generalmente utilizados por el ingeniero civil para su identificación (Crespo, 2004):

- **Gravas:** Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de los milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas, las gravas sufren desgaste en sus aristas y por lo tanto redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en las márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 2.0 mm. La forma de las partículas de las gravas y su relativa frescura mineralógica dependen de la historia de su formación, encontrándose variaciones desde elementos rodados a los poliédricos (ver figura 27).



Figura 27. Gravas
Fuente: infoagro.com, nd.

- **Arenas:** La arena es el nombre que se le da a los materiales de grano finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y

cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro. El origen y existencias de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos comprensibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea (ver figura 28).

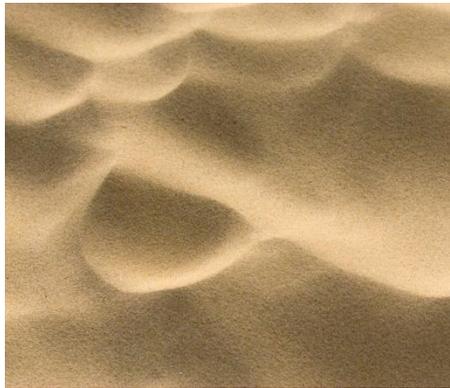


Figura 28. Arenas
Fuente: Taringa.net, nd

- **Limos:** Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas (cimentación superficial). Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su comprensibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar (ver figura 29).



Figura 29. Limos
Fuente: Taringa.net, nd

- **Arcillas:** Se da el nombre de arcillas a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plásticas al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar (ver figura 30).



Figura 30. Arcillas
Fuente: fmds.es, nd

2.1.5 Clasificación de suelo: Se refiere a la clasificación de las propiedades del suelo (químicas, físicas y biológicas) referenciadas de acuerdo a su uso.

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) hecho por Casagrande usado en ingeniería civil establece las propiedades del suelo en diferentes grupos, que consisten en un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza su propiedad. En la tabla 6 se muestran dichos símbolos y su significado:

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Tabla 6. Símbolos de grupo (SUCS)
Fuente: Bañón, 2002.

En función de estos símbolos, pueden establecerse diferentes combinaciones que definen uno y otro tipo de suelo (ver tabla 7):

SÍMBOLO	Características generales		
GW GP GM GC	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
			Pobrementemente graduadas
		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
			Componente arcilloso
SW SP SM SC	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
			Pobrementemente graduadas
		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
			Componente arcilloso
ML MH	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
		Alta plasticidad (LL>50)	
CL CH	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
		Alta plasticidad (LL>50)	
OL OH	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Tabla 7. Tipología de suelos (SUCS)
Fuente: Bañón, 2002

De acuerdo con la anterior tabla se distinguen tres grandes grupos de suelos:

- *Suelos de grano grueso (G y S)*: Formados por gravas y arenas con menos del 50% de contenido en finos, empleando el tamiz 0.080 UNE (#200 ASTM).
- *Suelos de grano fino (M y C)*: Formados por suelos con al menos un 50% de contenido en limos y arcillas.
- *Suelos orgánicos (O, Pt)*: Constituidos fundamentalmente por materia orgánica. Son inservibles como terreno de cimentación.

Por otra parte dentro de la tipología pueden presentarse muestra de suelos de grano fino, los cuales se evidencia en el gráfico 1 que relaciona la carta de Casagrande de los suelos cohesivos, destacan dos grandes líneas que actúan a modo de límites:

$$\text{Línea A: } IP=0.73*(LL-20)$$

$$\text{Línea B: } LL= 50$$

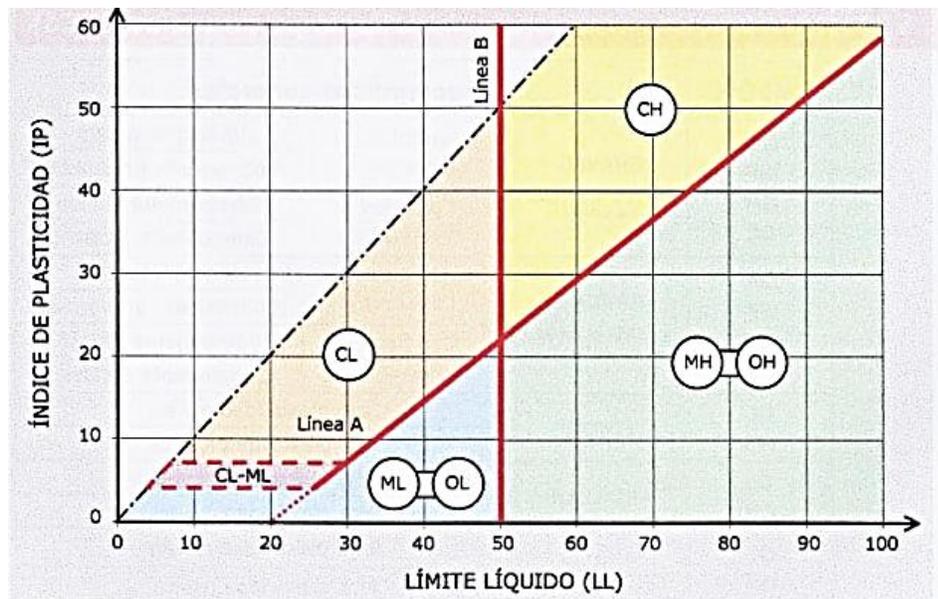


Gráfico 1. Carta de Casagrande para suelos cohesivos
Fuente: Bañón, 2002.

Otra clasificación es la USDA (United States Department of Agriculture) reconoce varios órdenes de suelos, cuyos nombres se forman anteponiendo una partícula descriptiva a la terminación “sol” representadas en la tabla 8.

Orden	Características
Entisol	Casi nula diferenciación de horizontes; distinciones no climáticas: aluviones, suelos helados, desierto de arena...
Vertisol	Suelos ricos en arcilla; generalmente en zonas subhúmedas a áridas, con hidratación y expansión en húmedo y agrietados cuando secos.
Inceptisol	Suelos con débil desarrollo de horizontes; suelos de tundra, suelos volcánicos recientes, zonas recientemente deglaciadas.
Aridisol	Suelos secos (climas áridos); sales, yeso o acumulaciones de carbonatos frecuentes.
Mollisol	Suelos de zonas de pradera en climas templados; horizonte superficial blando; rico en materia orgánica, espeso y oscuro.
Alfisol	Suelos con horizonte B arcilloso enriquecido por iluviación; suelos jóvenes, comúnmente bajo bosques de hoja caediza.
Spodosol	Suelos forestales húmedos; frecuentemente bajos coníferos. con un horizonte B enriquecido en hierro y/o en materia orgánica y comúnmente un horizonte A gris-ceniza, lixiviado.
Ultisol	Suelos de zonas húmedas templadas a tropicales sobre antiguas superficies intensamente meteorizadas; suelos enriquecidos en arcilla.
Oxisol	Suelos tropicales y subtropicales, intensamente meteorizados formándose recientemente horizontes lateríticos y suelos bauxíticos.
Histosol	Suelos orgánicos, depósitos orgánicos: turba, lignito.... sin distinciones climáticas.

Tabla 8. Clasificación USDA

Fuente: USDA, 1975.

2.1.6 Recuperación de los suelos degradados

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) define el proceso de degradación, como aquel que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir (cuantitativa y cualitativamente) bienes y servicios. Esta pérdida de la calidad del suelo cuesta al año 40.000 millones de dólares, dato obtenido en un estudio

realizado por la ONU en el año 2000, dirigido por el investigador Richard Thomas del Instituto de Agua, Medio Ambiente y Salud de la ONU.

Cuando se evalúa la aptitud del suelo en cierta área, es necesario observar la topografía y las condiciones reales, así como considerar los factores limitantes que influyen en su productividad. Esta evaluación permite determinar qué prácticas de recuperación requiere el terreno. A continuación se describen las condiciones que deben tenerse en cuenta para evaluar la aptitud de una zona:

- **Topografía:** Se caracteriza por la forma del terreno, la longitud y la pendiente y su análisis permite determinar la erosión del suelo y las prácticas de control de erosión. A mayor pendiente, mayor será el grado erosión del suelo debido a la velocidad de la esorrentía superficial.

- **Lluvia:** Es uno de los factores climáticos que más influyen sobre la erosión. El volumen y velocidad de la esorrentía dependen de la intensidad, duración y frecuencia de la lluvia; de estos factores el más importante es la intensidad, pues a mayor intensidad mayor erosión. Durante una tormenta fuerte, decenas de gotas de lluvia golpean cada centímetro cuadrado de tierra, liberando algunas partículas de suelo. Las partículas pueden saltar a más de 60 cm de alto y a más de 1,5 cm de distancia. Si el terreno no cuenta con una cobertura vegetal, las gotas pueden destruir muchas toneladas de suelo por hectárea (FAO, 1997).

De acuerdo con Wischmeier y Smith, cuando se considera solo el factor de lluvia, la pérdida de suelo por unidad de área de suelo desnudo es directamente proporcional al producto de dos características de la lluvia: la

energía cinética y la máxima intensidad durante un periodo de 30 minutos. Este producto es usado para identificar el potencial de erosividad de la lluvia.

- **Las limitaciones del suelo:** Son condiciones propias del suelo que influyen en su capacidad o aptitud agrícola, entre ellas se encuentran la acidez, la alcalinidad, la salinidad, la capacidad de intercambio de cationes y la fijación de fósforo.

- **Acidez:** Este limitante depende del material parental, edad, forma e influencia histórica del clima. El nivel de acidez puede ser modificado.
- **Alcalinidad:** Las condiciones alcalinas causan varios problemas nutricionales a las plantas, uno de ellos es la clorosis (incapacidad de las plantas de absorber hierro y manganeso) o si el suelo tiene un alto contenido de Carbonato de Calcio (CaCO_3) puede ocurrir una deficiencia de potasio por lixiviación, así como deficiencia de nitrógeno debido a la baja cantidad de materia orgánica.

- **Salinidad:** La salinidad puede originarse por un material parental salino, la inundación de aguas marinas, sales llevadas por los vientos o la irrigación de agua salada. Las sales afectan los cultivos a causa de los iones tóxicos, los cuales por un desbalance de nutrientes causan deficiencias en los suelos y por el aumento de la presión osmótica de la solución del suelo, generan falta de humedad.

- **Baja Capacidad de Intercambio de Cationes (CIC):** La CIC es una medida de la cantidad de cargas negativas presentes en la superficie mineral y orgánica del suelo, y representa la cantidad de cationes que pueden ser retenidos en esas superficies.

- **Fijación de Fósforo:** La fijación del fósforo es un proceso natural, que puede variar pues aunque los niveles estén muy altos, hay factores que intervienen en su fijación. Un suelo con un bajo nivel de pH tiende a fijar fosfatos, pero si se aumenta el pH por medio de cal y materia orgánica, la absorción de fosfatos se reduce.

- **Profundidad:** La profundidad puede variar de unos centímetros a metros, esta condición puede ser un limitante para las raíces, su disponibilidad de humedad y nutrientes. Entre más superficial el suelo, más limitados son los usos que puede tener.

- **Textura del suelo:** La porción sólida está compuesta por partículas de naturaleza mineral, que de acuerdo con su tamaño pueden ser clasificadas como arenas, limos y arcillas. La textura del suelo tiene relación con la disponibilidad de humedad y movimiento del suelo, la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la resistencia a la penetración de raíces. (Cabeda, 1984).

- **Estructura y Porosidad:** La estructura y la porosidad influyen en la disponibilidad de agua y aire de las raíces. Una buena estructura significa buena calidad de poros, teniendo una buena humedad y aireación.

- **Densidad del suelo:** La densidad es la relación de la masa de partículas de suelo seco con el volumen combinado de partículas y poros, se expresa en g/cm^3 y generalmente es baja debido a que la materia orgánica tiene poca densidad. La compactación causada por el uso inadecuado de equipos agrícolas, por el tráfico frecuente o pesado o por el pobre manejo del suelo, puede aumentar la densidad de los horizontes superficiales hasta valores de 2 g/cm^3 . La densidad del suelo es usada como medición en la compactación.

- **Contenido de nutrientes:** La disponibilidad de nutrientes es fundamental para el desarrollo de cultivos y depende del material parental y del proceso de formación del suelo. La necesidad de aplicar o no grandes cantidades de fertilizantes comparado con la disponibilidad de recursos, es un factor determinante para la recomendación del uso de la tierra.
- **Materia Orgánica y Organismos del suelo:** La materia orgánica está compuesta por los materiales orgánicos muertos de origen vegetal o animal. Una porción de materia orgánica incluye materiales levemente y completamente transformados, de color oscuro y de alto peso molecular, llamados compuestos húmicos. Después de haber añadido residuos orgánicos frescos al suelo hay un aumento rápido en la cantidad de microorganismos debido a la abundancia de material de fácil degradación, incluyendo azúcares y proteínas. Si la cantidad de materia orgánica disponible disminuye, los organismos también, generando mayor cantidad de humus.

Todas estas condiciones tienen un impacto sobre la productividad del suelo, la cual es un buen indicador de la calidad, ya que refleja directamente los cambios y las limitaciones. Una buena productividad sostenida es sinónimo de buenas condiciones del suelo y buenas prácticas de manejo.

2.2 GEOTECNIA

La geotecnia es la rama de la ingeniería civil que estudia las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra. Esta área se enfoca en los fenómenos ambientales naturales o propiciados por la actividad humana tales como deslizamientos del terreno, hundimiento de tierra, flujo de lodo y caída de rocas. Así mismo abarca amplios temas como la ingeniería sísmica, la producción de materiales

geotécnicos, mejoramiento de las características del suelo y la interacción suelo-estructura.

2.2.1 ¿Qué es un talud?

Un talud es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o roca. Existen dos tipos de taludes, los *naturales* formados por la naturaleza a través de la tipología geológica y *artificiales* intervenidas por el hombre, estas son ejecutadas para construir carreteras, represas, cortes, terraplenes etc. Ver Figura 31.

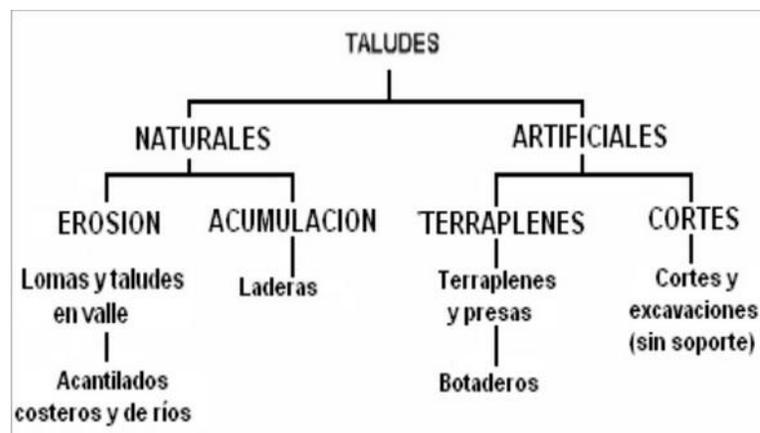


Figura 31. Tipos de taludes
Fuente: Irveen, 2010

2.2.1.1 Elementos de un talud: Los taludes se constituyen de las siguientes características (ver figura 32):

- **Altura:** Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.
- **Pie:** Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.

- **Cabeza o escarpe:** Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.
- **Altura de nivel freático:** Distancia vertical del pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.
- **Pendiente:** Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación $m/1$, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

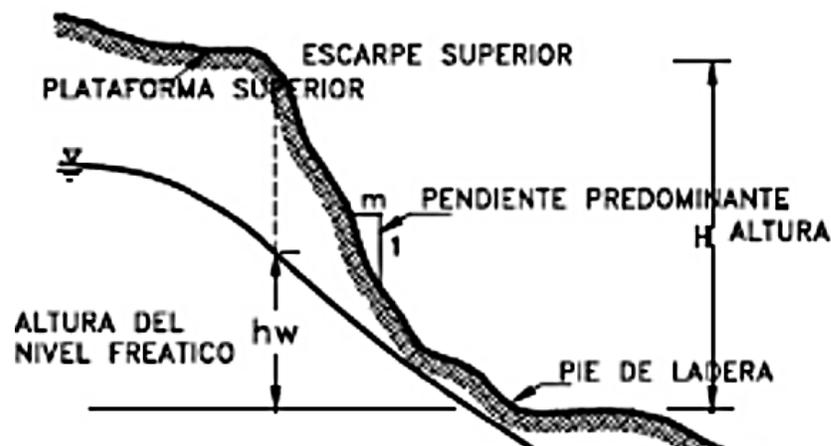


Figura 32. Elementos de un talud.
Fuente: Irveen, 2010

2.2.1.2 Estabilidad de un Talud: Para estabilizar un talud pueden emplearse diversas técnicas de acuerdo al tipo de obra, una de ellas es el recubrimiento con piedras o concreto y la plantación de capa vegetal. Cabe destacar que entre más complejo sea el talud se necesitará maquinaria y diseños de acuerdo a su uso estructural.

2.3 ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Es un proceso planificado y una política de Estado, en donde se plantea el análisis de la estructura territorial, para organizar y administrar en forma adecuada y racional la ocupación y uso del territorio, así como el desarrollo físico espacial en un todo armónico con las condiciones naturales, a fin de prevenir y mitigar los impactos generados por las actividades económicas y sociales en una unidad territorial y contribuir al bienestar de la población y la preservación de la oferta ambiental, a partir del diseño de acciones de intervención.

Se hace ordenamiento territorial para proponer e implementar un uso del territorio, proyectando los aspectos sectoriales (políticas ambientales, sociales, culturales y económicas) y los aspectos territoriales (uso y ocupación) teniendo en cuenta la oferta ambiental, la demanda social, la mejor organización funcional del territorio y la posibilidad de uso múltiple del mismo, y facilitar de este modo a la administración municipal gestionar y planificar en forma concertada los programas de inversión, propendiendo por el bienestar de la población.

La zonificación es parte del proceso de ordenamiento territorial. Consiste en definir zonas con un manejo o destino homogéneo que en el futuro serán sometidas a normas de uso a fin de cumplir los objetivos para el área. El modelo de zonificación es útil para distintos tipos de uso seleccionados, lo que implica una homogenización previa de las variables a detectar en terreno y un trabajo claro con respecto a la recopilación y análisis de esa información.

Con base en la información del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), en la figura 33 se muestra la zonificación geotécnica de Bogotá y la descripción por sectores (ver tabla 9). Para ubicar la zona de

estudio del barrio El Recuerdo, se presenta la localidad de Ciudad Bolívar con delimitaciones geotécnicas piedemonte A, depósito ladera, Cerros A y suelos residuales.

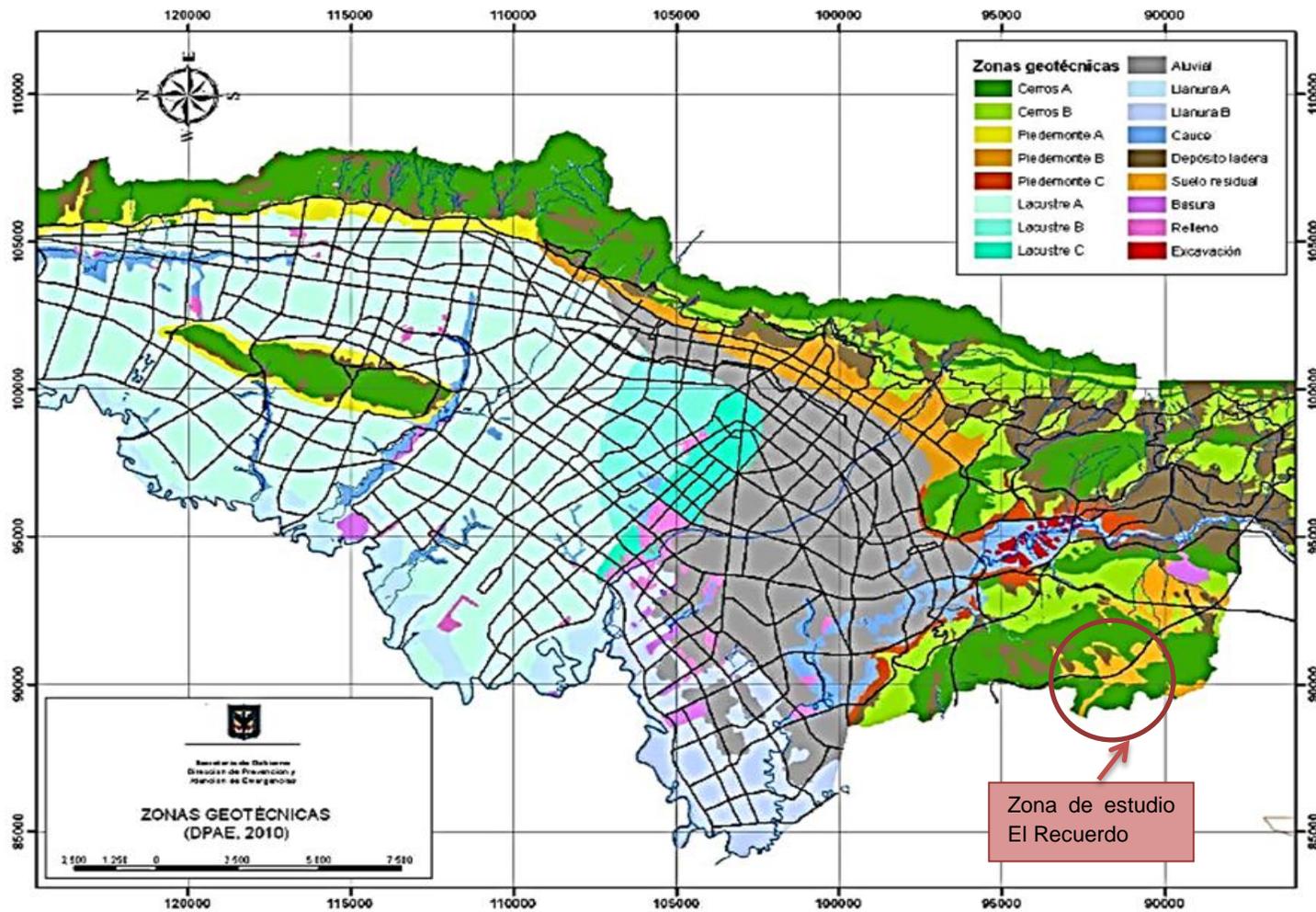


Figura 33. Zonificación geotécnica de Bogotá,
Fuente: FOPAE, 2010

Nombre	Geotecnia	Geología	Geomorfología	Composición principal	Comportamiento geotécnico general	Espesor
Cerros A	Roca de arenisca	Formaciones de Areniscas	Cerros de alta pendiente	Areniscas duras	Rocas competentes y resistentes a la meteorización, eventuales problemas de estabilidad de taludes en excavaciones a cielo abierto, principalmente cuando estén fracturadas o con intercalaciones de arcillolitas blandas	
Cerros B	Roca de arcillolita	Formaciones de Arcillolitas	Cerros de moderada a alta pendiente	Arcillolitas blandas	Rocas de moderada competencia y susceptibles a la meteorización, problemas de estabilidad de taludes en excavaciones a cielo abierto, principalmente cuando estén fracturadas	
Piedemonte A	Suelo coluvial y aluvial norte	Coluviones y Complejo de Conos Aluviales	Piedemonte	Gravas arcillo arenosas compactas	Suelos de alta capacidad portante pero pueden presentar problemas de inestabilidad en excavaciones abiertas	< 50 m
Piedemonte B	Suelo coluvial y aluvial centro			Gravas areno arcillosas compactas		
Piedemonte C	Suelo coluvial y aluvial sur			Gravas areno arcillosas compactas		
Lacustre A	Suelo lacustre muy blando	Terraza Alta - Lacustre	Planicie	Arcillas limosas muy blandas	Suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles	20 - 500 m
Lacustre B	Suelo lacustre blando			Arcillas limosas blandas		
Lacustre C	Suelo lacustre - aluvial			Arcillas arenosas firmes		
Aluvial	Suelo aluvial grueso a medio	Terraza Baja - Aluvial y Complejo de Conos Aluviales	Planicie	Arenas arcillosas sueltas a compactas	Suelos de mediana a alta capacidad portante poco compresibles, susceptibles a licuación e inestables en excavaciones a cielo abierto	50 - 250 m
Llanura A	Suelo de llanura - lacustre	Llanura de Inundación	Llanura	Arenas sueltas y arcillas limosas blandas	Suelos de moderada capacidad portante y compresibles, susceptibles a licuación	200 - 500 m
Llanura B	Suelo de llanura - aluvial			Arenas sueltas y arcillas arenosas duras		
Cauce	Cauce activo o antiguo	Cauces Activos	Piedemonte y Planicie	Gravas arenosas sueltas a compactas	Suelos de baja a mediana capacidad portante, susceptibles a licuación y problemas de estabilidad de taludes	
Depósitos	Suelo de ladera	Depósitos de Ladera	Cerros	Gravas areno arcillosas compactas	Suelos de mediana capacidad portante susceptibles a problemas de estabilidad de taludes	5 - 15 m
Residual	Suelo residual	Suelo Residual	Cerros	Arcillas gravo arenosas firmes	Suelos de mediana a alta capacidad portante con posibles problemas de estabilidad de taludes en sectores de alta pendiente	5 - 10 m
Basura	Relleno de basura	Rellenos de Basuras	Piedemonte y Planicie	Basuras	Materiales heterogéneos, que acuerdo con su disposición pueden ser compresibles y susceptibles a problemas de estabilidad en taludes	
Relleno	Relleno de excavación	Rellenos de Excavación	Piedemonte y Planicie	Rellenos heterogéneos	Materiales heterogéneos, que acuerdo con su disposición pueden ser compresibles y susceptibles a problemas de estabilidad en taludes	
Excavación	Excavación especial	Excavaciones Especiales	Piedemonte	Gravas arenosas sueltas a compactas	Zonas de explotación de agregados en el Río Tunjuelo, susceptibles a problemas de estabilidad de taludes	

Tabla 9. Descripción de las zonas geotécnicas de Bogotá.

Fuente: FOPAE, 2010

2.4 COMPOSTAJE

La siguiente información es tomada y adaptada de varios libros y videos de internet relacionados con el compostaje de materia orgánica y lombricultura, que aparecen en las referencias bibliográficas.

El compostaje es el proceso mediante el cual la materia orgánica contenida en los residuos se puede reutilizar, reduciendo su volumen y creando un material apto para los cultivos y la recuperación de los suelos. Además de un buen abono, ayuda a reducir la cantidad de basura que se quema o que se deposita en los basureros públicos. Los residuos aptos para compostaje son: desperdicios de cocina (hierbas, cáscaras de frutas y residuos de verduras), césped cortado, hojas, resto de poda y demás resto del jardín, papeles no plásticos, satinados ni aluminados y heces de vaca, caballo, gallina, conejo y chivo. Por su parte no deben utilizarse para compostaje excrementos de perros, gatos o humanos, cenizas de carbón mineral, papeles satinados con tinta de color, restos de carne y pescado, productos que contengan grasas y materiales no orgánicos (colillas de cigarrillo, plásticos y telas sintéticas)

Se necesitan doce meses para su desarrollo, pero para lograrlo en menor tiempo, se puede recurrir a estas técnicas:

- Amontonar el m³ de material que se utilizará para el compostaje y picarlo en pedacitos de menos de cinco centímetros.
- Revolver la mezcla una o dos veces por semana y cuidar siempre que tenga la humedad adecuada.
- No agregar más material fresco después de que se tenga la pila, pues esto retrasará el proceso.
- Periódicamente, abrir orificios en la masa del compostaje para que esté se ventile.

Para acelerar el proceso de compostaje se recomienda ubicar la pila del compostaje en un suelo parejo y que tenga un buen drenaje, manteniendo el lugar parcialmente con sombra y protegido de vientos fuertes y voltearlo cada 15 días.

Una prueba para constatar si el compostaje está listo para ser usado es poner un kilo de compostaje en una bolsa transparente, después se cierra y se pone en un sitio donde no esté el sol a temperatura ambiente. Después de 24 horas la bolsa ha transpirado mucho, es porque aún no se encuentra maduro y se debe esperar un tiempo más.

Después de listo el compostaje, se debe tener un espacio de por lo menos 1 m por 1 m, en el cual se pueda armar una pila con los materiales orgánicos. Se añaden los materiales más húmedos y los más secos por capas separadas, dejando en lo posible, que se puedan intercambiar. Luego se humedece uniformemente el compostaje de vez en cuando y se procura mantenerlo ventilado para facilitar su degradación.

También se puede comprobar si el compostaje está listo mediante la *prueba de puño*, que consiste en tomar un poco de compost a medio descomponer, si este se compacta y no escurre agua en los dedos es que tiene la humedad óptima para ser usado. Si por el contrario vemos que el puñado se desmenuza en lugar de compactarse, tendremos que regar la compostadora, pues está muy seca.

Utilizar compostaje para recuperar el suelo tiene una serie de ventajas que se citan a continuación:

- Cierre del ciclo de la materia orgánica.
- Recuperación y reciclaje de recursos naturales.

- Reducción de la cantidad de residuos sólidos urbanos destinados a vertedero e incineración, evitando así problemas de contaminación de suelos por lixiviados orgánicos y emisiones provenientes de la descomposición en vertederos y la quema en incineradoras.
- El compost fruto de este proceso favorece la productividad de la tierra sin contaminarla con químicos dañinos para los ecosistemas que acaban incorporándose a nuestra cadena alimentaria. Se trata de un fertilizante natural, corrector de la estructura del suelo, protector contra la erosión y sustrato de cultivo.
- También se puede utilizar en las zonas ajardinadas y de recreo para proteger y mejorar sus necesidades de fertilización.
- El compost inmaduro o triturado de restos de poda también se puede utilizar como acolchado en plazas municipales, dotando al municipio de espacios más en consonancia con la naturaleza.
- El compostaje doméstico es una gran herramienta de educación ambiental y participación ciudadana.
- Supone una vía interesante de educación y concienciación ambiental, ya que permite visualizar la responsabilidad individual sobre los residuos y permite participar en la solución de una problemática importante.

2.5 LOMBRICULTURA

La lombricultura es una biotecnología que utiliza a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto dos productos: el humus y la carne de lombriz.

La especie más utilizada es la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) la cual posee potencial reproductor, rusticidad y factores ambientales que permiten la degradación de la materia orgánica a humus. Esta lombriz

comprende una longitud entre 5 y 9 cm con un diámetro de 3 a 5 mm, su color es rojo oscuro y pesa un gramo aproximadamente.

Las lombrices son hermafroditas, es decir, están dotadas de órganos sexuales masculinos y femeninos, pero son incapaces de auto-fecundarse y se reproducen recíprocamente por fecundación cruzada, obteniendo una producción a los 21 días (ver figura 34).



Figura 34. Lombriz Californiana
Fuente: compostadores.com, nd

Las camas o lechos de lombricultura pueden elaborarse ya sea bajo tierra con una profundidad de 50 cm, o sobre la superficie, en cajas, tolvas o encerradas. Las dimensiones de las camas varían de acuerdo al tipo de explotación y al criterio de cada productor. La mayoría utilizan un ancho máximo de 1m con longitudes que pueden llegar a los 30 m o más. La profundidad no debe ser mayor a 50 cm.

El material para la construcción es muy variado pues esto va de acuerdo a la disponibilidad, costo y criterio de cada productor, pueden ser fabricados en cemento, ladrillo, madera, esterilla, guadua, calas de plástico, etc.

Para preparar los lechos primero se deberá poner un colchón de paja o pasto de 10 cm de ancho, este colchón sirve de refugio a la lombriz californiana en caso de sufrir cambios medioambientales. Posteriormente se coloca el sustrato de desechos orgánicos domésticos o estiércol de 10 cm de alto que ha sido previamente estabilizado, luego se inoculan las lombrices y por último se cubrirá con 10 cm de paja o tierra. Posteriormente se debe cubrir con una tapa para evitar el exceso de evaporación y realizar procesos de fermentación aerobia (la materia orgánica por parte de microorganismo en presencia de oxígeno y nutrientes).

Además se debe suministrar agua una vez al día manteniendo una humedad del 70% para su debida descomposición y conservar una temperatura no mayor a los 32°C.

La prueba para determinar si el compostaje se encuentra listo consiste en realizar una prueba de puño, para lo cual se toma una cantidad del sustrato y se le aplica la fuerza con la mano, si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80% aproximadamente y el humus está listo para ser extraído.

Los principales beneficios que trae el uso de lombricultura son:

- Poca inversión: la cría de lombrices no requiere grandes inversiones, espacios, infraestructura ni tiempo.
- Quienes practican la lombricultura directa o indirectamente, están ayudando a mejorar la calidad de los suelos de nuestro planeta de manera natural y económica, aportando a la reposición del humus, elemento indispensable para la vida vegetal.
- A través del humus de lombriz se restauran tierras que han sido devastadas por la erosión continua producida por ciertas explotaciones agrícolas, el uso continuo de fertilizantes artificiales, y muchos otros factores degradantes.

- Un suelo sano con ayuda de las lombrices, provee a la ganadería de proteínas de alta calidad y bajo costo.
- Para un productor agropecuario, la cría de lombrices puede ser doblemente benéfico, por un lado las lombrices se harán cargo de los desechos orgánicos de sus animales y hasta los transformarán en humus, por lo que también puede dedicarse a la venta de lombrices y humus.
- Si su actividad está orientada a la horticultura o floricultura, puede utilizar el humus para fertilizar sus tierras.
- El humus se puede vender en viveros y a los campos donde se practica deportes como golf, fútbol, etc.
- La carne de lombriz se puede utilizar en forma cruda y directa como cebo para peces, como complemento proteico para aves, peces, ranas, cerdos.
- Por sus propiedades, existen alternativas que ofrece a la lombriz roja para la alimentación humana.
- De la lombriz se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.

2.6 AGRICULTURA URBANA SOSTENIBLE

LA FAO define la agricultura urbana y periurbana (AUP) como “el cultivo de plantas y la cría de animales en el interior y en los alrededores de las ciudades. La agricultura urbana y periurbana proporciona productos alimentarios de distintos tipos de cultivos (granos, raíces, hortalizas, hongos, frutas), animales (aves, conejos, cabras, ovejas, ganado vacuno, cerdos, cobayas, pescado, etc.) así como productos no alimentarios (plantas aromáticas y medicinales, plantas ornamentales, productos de los árboles)”.

Esta labor contribuye a la sostenibilidad efectiva, es decir, reduce la inseguridad alimentaria, al mejorar el consumo de alimentos de los hogares pobres y aumentar el nivel nutricional, fuente de ingreso y fomento del trabajo.

Según Rimanche, 2011, entre los aspectos que se deben tener en cuenta para la realización de un cultivo urbano se tienen:

- Diseñar un espacio que tenga el tamaño que vamos a ser capaces de mantener.
- Debemos considerar el tiempo que vamos a poder destinar a su cuidado.
- Hacerlo cerca de la casa para facilitar el trabajo de recolección de las verduras y el de reciclar la basura orgánica.
- Buscar una ubicación con alta exposición solar. Las hortalizas tienen una alta demanda de luz, entre 6 a 8 horas de sol para un crecimiento saludable. Es necesario conocer el recorrido del sol y la evolución de las sombras que rodean el lugar, para obtener un buen crecimiento vegetal. Sol en el invernadero y semi-sombra en el verano.
- Tiene que quedar cerca del riego.
- Se requiere un análisis de suelo para evitar problemas a futuro.
- Conocer el perfil del terreno para identificar las caídas de agua o espacios en que ésta quede estancada.
- Evitar árboles cercanos a la huerta, por la sombra que pueden proyectar y la llegada de raíces que quiten nutrientes a las hortalizas plantadas.
- Crear un cerco de madera u otro material, o un cerco vivo como protección y aislamientos, éste último no debe tener un crecimiento importante para que no proyecte sombra al cultivo. El efecto protector de un cerco al reducir la velocidad del viento provoca una reducción en la pérdida de agua por transpiración de las plantas y por evaporación. Funciona además como control biológico de plagas.
- Dejar un sector sombreado para el reciclado de materia orgánica.

Teniendo en cuenta todas estas indicaciones se puede definir la construcción de la huerta y obtener una preparación del suelo para el manejo de la siembra, siendo como objetivo principal tener unas condiciones físicas, químicas y biológicas en beneficio de los cultivos.

2.6.1 Sistema de siembra

Dentro de los sistemas de siembra más utilizados son los siguientes:

- *Sistema de siembra a voleo*: consiste en distribuir manualmente las semillas teniendo una uniformidad en el terreno. Este sistema es el más usado en semillero pues busca que su crecimiento sea con mezcla de otros materiales que permiten los nutrientes a las plantas.
- *Siembra a chorrillo*: Consiste en ir colocando las semillas en una línea continua, es decir, se distribuyen en surcos de tal manera que quedan en el terreno a una distancia conveniente para su crecimiento.
- *Siembra a golpes*: Se colocan las semillas en grupos a lo largo de una línea de siembra, está es la más utilizada para economizar la cantidad de semillas empleadas y reduce los trabajos de poda o aclareo.

Al tener la preparación del suelo adecuada, se procederá a sembrar en dos clases siembra directa o indirecta.

- *Siembra directa*: Es aquella siembra donde la planta cumple su ciclo en el terreno, es decir, no necesita de condiciones especiales para germinar, siendo en su gran mayoría habas, judías, melones, pepinos, zanahorias, rábanos etc. La semilla se coloca a una profundidad adecuada en la que el riego y las anteriores siembras ya mencionadas acondicionarán la plántula para su crecimiento (ver figura 35)



Figura 35. Siembra Directa
Fuente: Rimache (2011)

- *Siembra indirecta (trasplante)*: Es aquella siembra que necesita un semillero para más adelante ser extraída al campo definitivo, pues su crecimiento se basa cuando toma un tamaño que permita recuperarse rápidamente y ser manipuladas con cierta facilidad (ver figura 36).

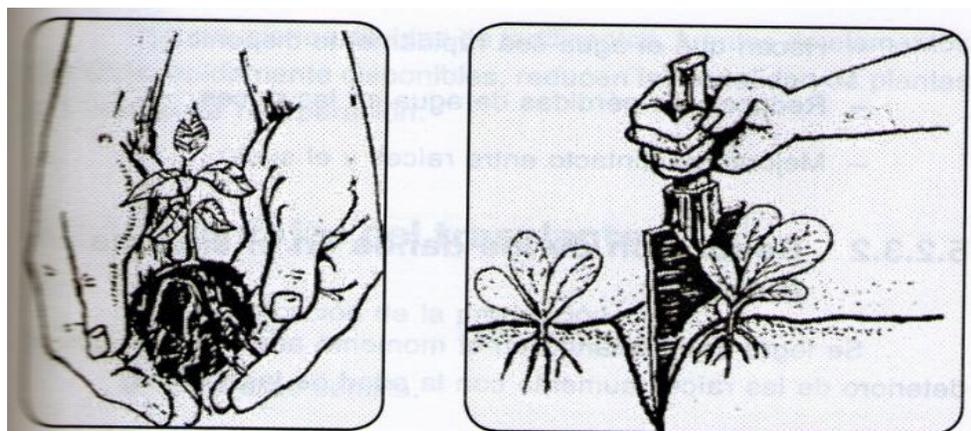


Figura 36. Siembra indirecta
Fuente: Rimache (2011)

2.6.2 Cultivos hidropónicos

Los cultivos hidropónicos es una técnica que permite el desarrollo de cultivos sin la necesidad de ser sembrados en la tierra sino que se usa el agua con otros nutrientes como recurso de crecimiento para las plantaciones.

Dentro las ventajas que se encuentra la hidroponía son las siguientes (Izquierdo, 2003):

- Son cultivos sanos pues se riegan con agua potable y se siembran en sustratos limpios y libres de contaminación.
- Existe mayor eficiencia en el uso del agua.
- Son apropiados para ocupar los espacios de paredes, techos y terrazas.
- Se obtienen mayor cantidad de plantas por superficie. Por ejemplo: en un metro cuadrado de suelo se siembran 9 lechugas, en un metro cuadrado de hidroponía se obtienen 25 lechugas.
- Es una técnica fácil de aprender y de bajo costo.

Las características pertinentes que se deben tener en cuenta a la hora de hacer un cultivo de hidroponía se verá en la siguiente figura 37.

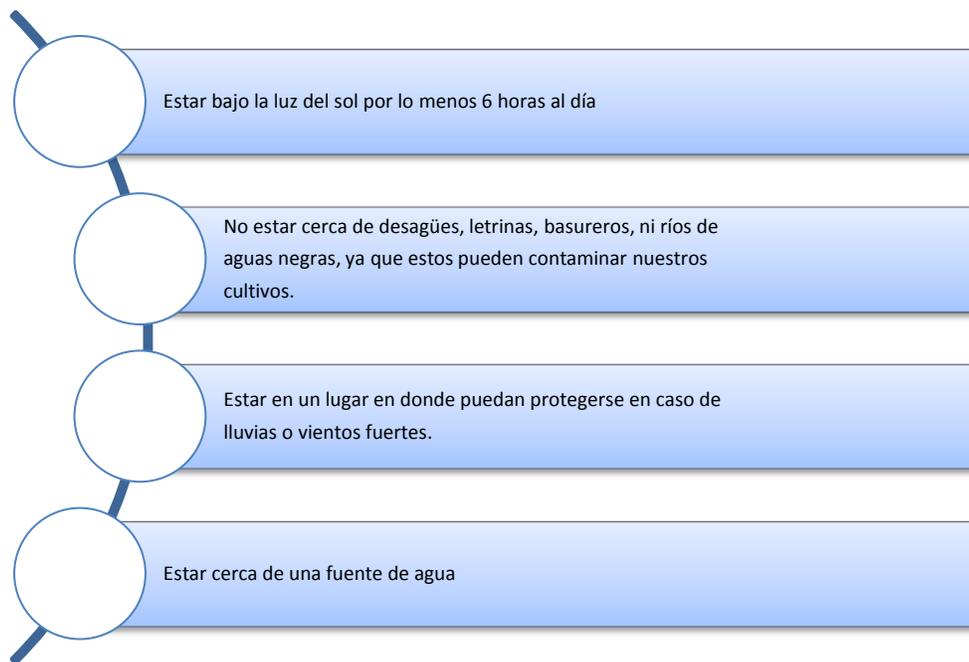
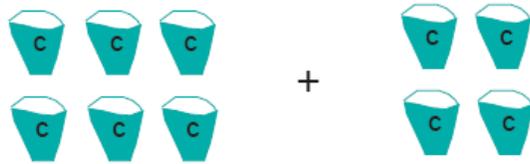


Figura 37. Qué se debe tener antes de hacer un cultivo hidropónico
Fuente: Pérez, 2013.

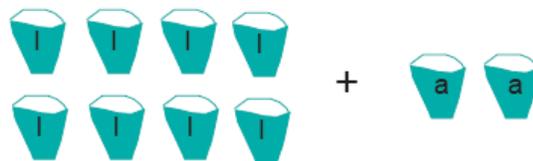
En la hidroponía se trabaja con diferentes contenedores de sistema cerrado que permitan controlar el crecimiento de las plantas por medio del riego. En ellos se tiene en cuenta lo siguientes elementos como son: las llantas, contenedores de plástico, madera, latas y otros elementos que permitan un espacio permisible al sitio de siembra.

Los cultivos hidropónicos crecen en diferentes materiales, los cuales sustituyen a la tierra. Estos materiales también llamados sustratos, se pueden preparar con diferentes materiales o mezcla de ellos en la figura 38 se muestra diversas combinaciones que se pueden adicionar a los cultivos a realizar.

1 60% cáscara de arroz + 40% de arena de río.



2 80% ladrillo + 20% de aserrín.



3 50% cáscara de arroz + 50% escoria de carbón.



Figura 38. Cantidad de sustratos
Fuente: Izquierdo, J, 2003

2.6.3 Método de la raíz flotante

Se le denomina a la siembra que es trasplantada de los semilleros a este método, la raíz queda flotando en el agua. Permitiendo la producción de la semilla certificada siendo algunos de estos como: la lechuga, el coliflor, las acelgas, albaca, apio entre otras. Para usar este método se siguen los siguientes pasos (Castañeda, 1997), que se presentan en el mismo orden en la figura 39:

- Llenar con agua hasta una altura de 10 cm con una caja forrada de plástico o nylon negro sin drenaje.
- Añadir al agua *solución diluida o de nutrientes*, necesarias para la calidad de agua con la que se llenó la caja.
- Abrir hoyos con un tubo caliente de 1" a la plancha de duroport (icopor).
- Dibujar varios cuadrados de 3 X 3 cm en una plancha de esponja.
- Cortar con unas tijeras los cuadrados.
- Hacer un corte a la mitad del cuadrado.
- Tomar del semillero las plantas con cuidado para que la raíz no se lastime y salga completa.
- Lavar la raíz con agua limpia para que no se le quede sustratos.
- Colocar cada plantilla en medio del cubito de esponja tratado de no tocar la raíz con la mano.
- Colocar cada cubito de esponja dentro de los hoyos hechos a la plancha de duroport.
- Agitar con la mano el agua dentro de la caja por lo menos dos veces al día para generar burbujas.

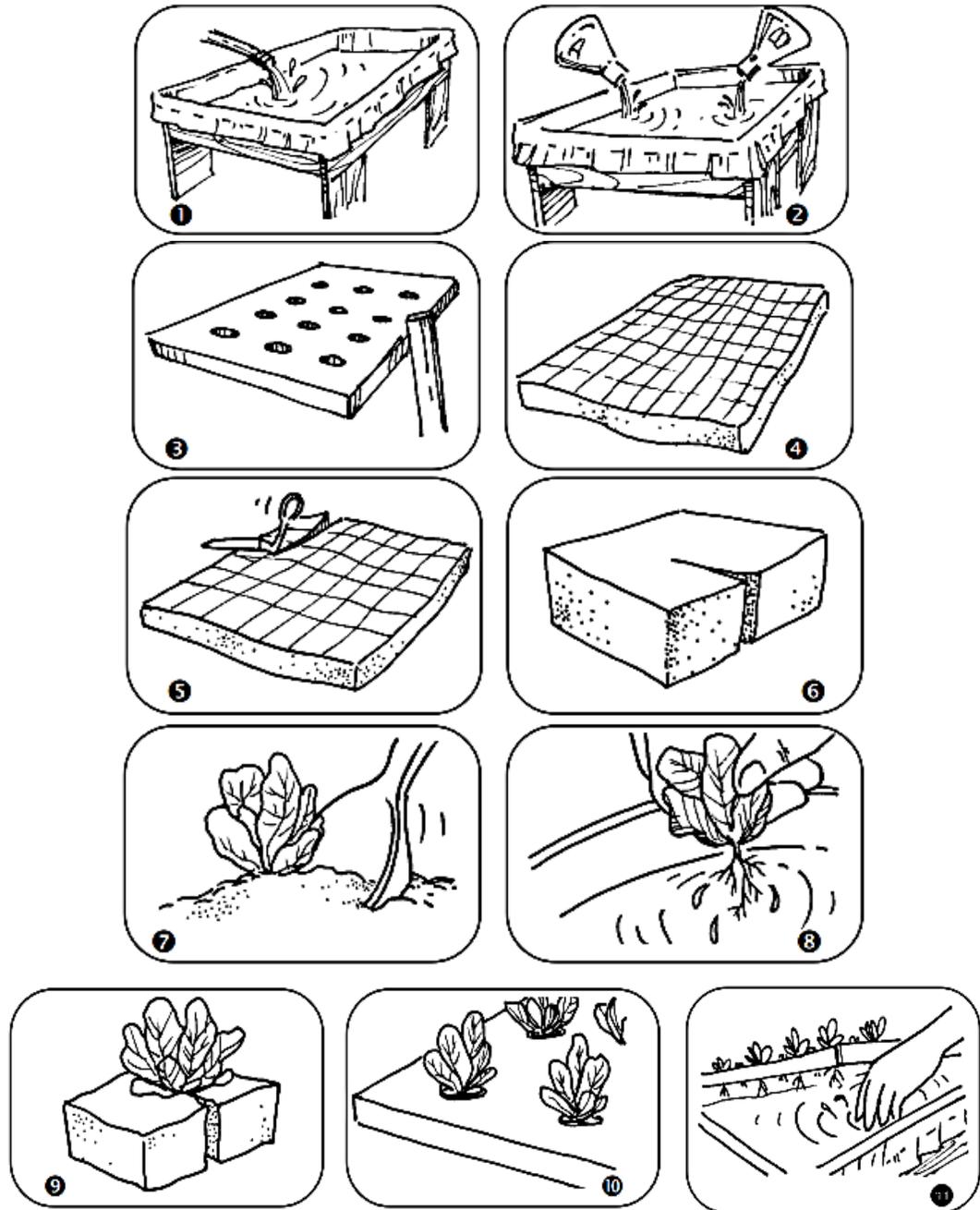


Figura 39. Pasos para seguir el método de la raíz flotante
Fuente: Castañeda (1997)

2.7 CALIDAD DEL AGUA

El agua es la fuente de vida de todo ser vivo, es por ello que se debe tener un buen manejo ya que es un recurso **NO RENOVABLE** y por consiguiente se debe tener el mejor aprovechamiento siendo su captación por aguas lluvias, agua potable o con tratamientos en las aguas residuales.

2.7.1 Aguas Lluvias

Las aguas lluvias nos permiten tener un mejor aprovechamiento del recurso mediante la captación, conducción, almacenamiento y tratamiento. Mejorando las condiciones sociales, económicas y ambientales del entorno.

Para el reciclaje del agua lluvia se debe tener en cuenta los siguientes pasos, Caniggia (2013):

- **Área de captación:** Es el lugar que va a servir para atraer el agua de lluvia. Lo más común es recurrir a los techos impermeables de materiales inocuos (piedras, tejas de cerámica, etc.) que no contengan ningún impermeabilizante que pueda aportar sustancias tóxicas. El ejemplo más claro son los edificios antiguos que estaban dispuestos para que el agua que caía en los tejados fuera hacia un gran depósito subterráneo o semisubterráneo
- **Conductos de agua:** Puede ser la inclinación del techo o conductos que dirijan el agua captada al depósito. Es muy importante contar con un estudio que mida las precipitaciones de la zona de tu casa para dimensionar de la manera más precisa posible el tamaño necesario de los conductos y así evitar que se desborden y que se desaproveche parte del agua.

- **Filtros:** Son imprescindibles para eliminar el polvo y las impurezas que acarree el agua. Existen múltiples formas de filtrado que van desde la simple eliminación de las impurezas más gruesas hasta las que permiten la potabilización y el pleno uso del agua. También existen filtros que permiten desechar automáticamente los primeros litros de agua recolectados en cada lluvia para permitir un lavado de la superficie colectora que elimine las impurezas que puedan haberse acumulado.
- **Depósitos o aljibes:** Son los espacios en que queda almacenada el agua recolectada. Hay de distintos tamaños en función del agua que se pueda y se quiera almacenar según las necesidades y posibilidades de cada casa. Existen depósitos plásticos especialmente acondicionados para contener esta agua y tanques metálicos, que también pueden ir enterrados. Muchos de los que se atreven a hacer su propio sistema "hecho en casa" usan barriles de petróleo.
- **Sistemas de control:** Uniendo las dos opciones y sirven para gestionar la alternancia de la utilización del agua de la reserva y de la red general. Cuando el agua de lluvia se acaba, pasa automáticamente a suministrar el agua de la red. En el momento en que vuelve a llover y se recarga el depósito, pasa de nuevo a emplear el agua de la red. Un paso a la modernidad; la que combina la tecnología con el desarrollo sustentable.

El agua lluvia puede utilizarse para lavado de vajillas, lavado de carro, riego y lavado de ropa. Para su recolección se deben tener en cuenta los períodos de lluvia pesada después de un período seco pues el agua será empujada al tubo de alimentación. Es importante contar con un estudio previo de las precipitaciones de la zona y dimensionar de qué manera se harán los conductos para así tener un mejor aprovechamiento del agua.

Para mantener un sistema de recolección de agua casero se pueden usar botellas PET pegadas por partes unas con otras para formar una canal de recolección (ver figura 40). También se puede recolectar mediante tanques de abastecimiento en mampostería o en recipientes plásticos.

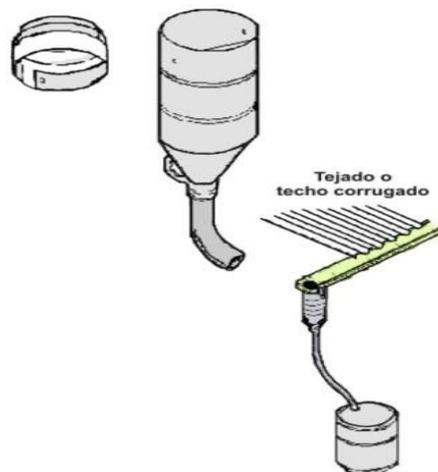


Figura 40. Recolección de aguas lluvias con botellas de PET
Fuente: www.itacab.org

2.7.2 Agua potable

Se llama agua potable al agua dulce que tras ser sometida a un proceso de potabilización se convierte en agua potable, quedando así lista para el consumo humano. Este proceso se lleva a cabo en plantas de tratamiento PTAP en las cuales se llevan a cabo una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin potabilizar el agua para consumo humano. A continuación se describen los procesos conforman una PTAP (ver figura 41):

- *Preoxidación:* Introducción en el agua de una agente químico oxidante, capaz de eliminar cualquier materia que pueda oxidarse, tanto orgánica como inorgánicamente.

- *Coagulación y floculación*: Mediante este proceso, se facilita la agrupación de las partículas responsables del color y la turbidez del agua.
- *Decantación o sedimentación*: Con el agua casi en reposo y a través de la acción de la gravedad, se depositan en el fondo de las partículas y agrupaciones formadas en el proceso anterior, formando un fango que se extrae posteriormente.
- *Filtración*: Retención de las partículas que no pudieron ser extraídas en el proceso anterior son removidas mediante unos filtros.
- *Neutralización*: Ajuste de la acidez del agua mediante reactivos químicos para evitar que corroan las tuberías.
- *Desinfección final*: Con la adición de reactivos, normalmente cloro y amoníaco, se consigue eliminar los microorganismos que hayan podido sobrevivir a los procesos anteriores y se garantiza la calidad del agua durante todo el recorrido por la red de distribución.

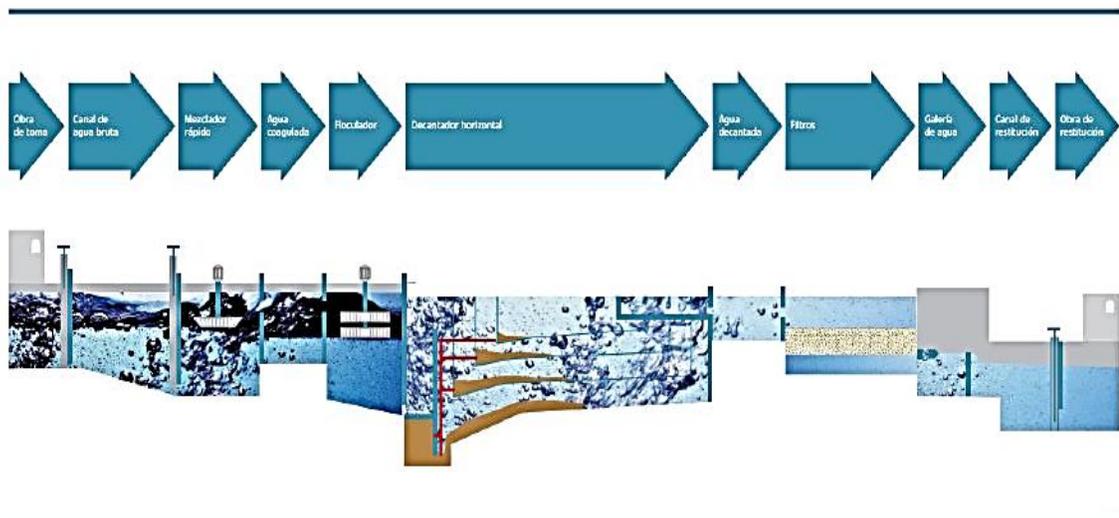


Figura 41. Procesos de una PTAP
Fuente: canaledu.com, nd.

2.7.3 Aguas residuales

Se consideran aguas residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios). Comúnmente las aguas residuales suelen clasificarse como:

- *Aguas Residuales Municipales:* Residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal.
- *Aguas Residuales Industriales:* Las aguas residuales provenientes de las descargas de industrias de manufactura

Otra forma de denominar a las aguas residuales es con base en su contenido de contaminantes:

- Aguas negras a las aguas residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.
- Aguas grises a las aguas residuales provenientes de tinas, duchas, lavamanos y lavadoras, que aportan sólidos suspendidos, fosfatos y grasas, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros.
- Aguas negras industriales a la mezcla de las aguas negras de una industria en combinación con las aguas residuales de sus descargas. Los contaminantes provenientes de la descarga están en función del proceso industrial, y tienen la mayoría de ellos efectos nocivos a la salud si no existe un control de la descarga.

Según la USGS (science for a changing world) es importante tratar el agua residual con el fin de remover las partículas sólidas que se encuentran

suspendidas antes de que esta agua, llamada efluente, sea descargada de nuevo al ambiente. Además es importante mantener el agua limpia por diversas situaciones: la conservación de los ecosistemas de fauna y flora y previniendo enfermedades en la salud humana.

Una Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano. Según un estudio realizado por la USGS Los procedimientos a seguir para remover los contaminantes en el agua son los siguientes (ver figura 42):

- *Tamizaje:* El agua de desecho que entra a la planta de tratamiento, contiene madera, rocas, y aún animales muertos. A menos que todo esto sea removido, pueden llegar a causar problemas posteriores en el proceso del tratamiento. La mayor parte de estos materiales son usados como rellenos de vacíos en superficies de la tierra.

- *Bombeo:* El sistema de las aguas de desecho se apoya en la fuerza de la gravedad para llevar fuera de las casas el drenaje hasta la planta de tratamiento de aguas. Por lo tanto, las instalaciones de tratamiento de aguas de desecho se localizan en áreas que tienen niveles más bajos, frecuentemente cerca de ríos en donde el agua ya tratada, es devuelta al ambiente. Si la planta se construye más alta del nivel de la tierra, el agua de desecho tiene que ser bombeada hacia los tanques de aereación (Punto 3). Desde aquí, la gravedad empieza su trabajo y lleva el agua de desecho a través de todo el proceso de tratamiento.

- *Aeración:* Uno de los primeros pasos que la planta de tratamiento de aguas hace, es agitar el drenaje y exponerlo al aire. Esto causa que algunos de los gases disueltos (tales como hidrógeno sulfíto, el cual huele

como huevos podridos) que tiene un sabor y olor nauseabundo, se desprendan del agua. Posteriormente, el agua de desecho entra a una serie de largos y paralelos tanques de concreto. Cada tanque se divide en dos secciones. En la primera sección, se bombea aire a través del agua.

Al pudrirse el material orgánico, usa el oxígeno existente. La aeración del agua permite que oxígeno vuelva a integrarse. Al hacer burbujas el oxígeno en el agua, mantiene las partículas orgánicas suspendidas mientras obliga a las partículas duras (asientos de café, arena y otras partículas densas pequeñas) a que se asienten en el fondo. Estas partículas duras se bombean fuera de los tanques y se envían como relleno a los sitios de rellenar vacíos en la tierra.

- *Removiendo el lodo:* Posteriormente, el agua de desecho entra a la segunda sección, que son los tanques de sedimentación. Aquí, el lodo (la porción orgánica del drenaje) se asienta y es bombeada afuera de los tanques. Parte de esta agua es removida en un proceso llamado "espesar" y el lodo se deposita en tanques llamados "digestores."
- *Removiendo la escoria:* Cuando el lodo se asienta en el fondo de los tanques de sedimentación, materiales más ligeros flotan en la superficie. Esta "escoria" incluye grasa, aceites, plásticos y jabón. Unos rastrillos que van pasando lentamente sobre la superficie de estos tanques, quitan la escoria de las aguas de desecho. Esta escoria se "espesa" y se bombea dentro de los "digestores" junto con el lodo.

Muchas ciudades usan también filtración en el tratamiento del drenaje. Después de que los sólidos se remueven, el líquido se filtra a través de una substancia, usualmente arena, movido por la acción de la gravedad. Este método expelle casi todo tipo de bacteria, reduce la turbidez y color del

agua, quita los olores, reduce la cantidad de hierro y remueve la mayor parte de partículas sólidas que permanecen en el agua. Algunas veces el agua se filtra a través de partículas de carbón, que remueven las partículas orgánicas. Este método también se usa en algunos hogares.

- *Matando la bacteria:* Finalmente, el agua de desecho fluye hacia un tanque de "contacto con cloro," en donde se agrega cloro para matar la bacteria, la cual puede presentar un riesgo para la salud, igual como se hace en las albercas. El cloro se elimina casi totalmente después de que la bacteria es destruida, pero algunas veces es necesario neutralizar el cloro agregando otros químicos. Esto protege a los peces y otros organismos marinos, los cuales pueden ser dañados aún con cantidades pequeñas de cloro.

El agua tratada (llamada efluente) se descarga posteriormente a un río cercano o al océano.

Residuos de las aguas de desecho: Otra parte del método del tratamiento de aguas de desecho, la integra el manejo del material de desecho sólido que queda al final. Estos sólidos se guardan entre 20 y 30 días en grandes tanques de calentamiento llamados "digestores". Aquí, el desecho sólido es "digerido" por la bacteria reduciendo su volumen, olores y removiendo los organismos que pueden ser portadores de enfermedades. Este producto terminado se envía finalmente a las áreas de superficies vacías para ser usado como relleno, aunque algunas veces se usa como fertilizante.



Figura 42. Procesos de una PTAP
Fuente: canaledu.com, nd.

2.7.4. Ensayos de calidad del agua

Para tener un agua apta para el consumo humano se deben realizar los siguientes ensayos consignados en la tabla 10. Estos nos mostrarán qué criterios debemos efectuar para mejorar las condiciones físicas y químicas del agua (Londoño, Giraldo & Gutiérrez, 2010):

PROPIEDADES	UNIDAD	¿QUÉ ES?
Color	Pt-Co	El color en el agua se debe a los sólidos disueltos, pueden tener origen orgánico. Puede ser ocasionado por la presencia de los iones metálicos (hierro, magnesio, humus, lodo, arcilla, residuos industriales). Tal coloración debe ser eliminada del agua para usos domésticos o industriales.
Olor	-	Es un indicativo de la calidad estética del agua siendo útil para detectar componentes orgánicos.
Sabor	-	Es un indicativo de la calidad estética del agua siendo útil para detectar constituyentes inorgánicos
Turbiedad	NTU	Es un método basado en una comparación de la intensidad de la luz desviada por la muestra bajo condiciones definidas, con la intensidad de la luz desviada por suspensión estándar de referencia. A mayor intensidad de la luz desviada mayor será la intensidad
Temperatura	°C	Es un criterio de calidad del agua para la protección de la vida acuática y para las fuentes de abastecimiento de agua potable menores a 40°C, es también un parámetro establecido como límite máximo permitido en vertimientos de aguas residuales.
pH	unidades	Medida de la concentración de iones hidrógeno En el caso del agua pura, el valor del <i>pH</i> es cercano a

		7, pudiendo oscilar este valor entre 0 (ácido) y 14 (alcalino o básico). Es una indicación directa de la posible contaminación (natural o no) del agua
Conductividad	µs/cm	La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad y es un indicador de la materia ionizable total (aniones y cationes) presente en el agua. La resistividad es la medida recíproca de la conductividad.
Hierros totales	mg/L de Fe	Este metal se puede encontrar en el agua por varias fuentes; porque el agua disuelva hierro de las rocas o de las menas que lo contienen. Puede proceder también de las tuberías por las que es distribuida el agua. Este es un parámetro permite determinar si el agua ha sufrido vertidos o esta de alguna forma contaminada.
Dureza	mg/L de CaCO ₃	Es un indicador la cantidad de sales disueltas de calcio y magnesio en el agua. - La presencia de dichas sales (aguas duras) puede dar lugar a incrustaciones en conducciones y equipos. - La escasez de estas sales (aguas blandas) puede dar lugar a aguas agresivas frente a determinados materiales de las conducciones.
Cloruros	mg/L de cl ⁻	Es uno de los aniones inorgánicos más abundantes en aguas naturales y de desecho. El contenido de cloruros normalmente se incrementa con el aumento de los minerales.
Grasas y Aceites	mg/L	Son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal.
DQO	mg O ₂ /L	Se define como la cantidad de oxidante químico (dicromato o permanganato) necesario para la oxidación de las materias oxidables contenidas en el agua.
DBO5	mg O ₂ /L	Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua mediante procesos biológicos aerobios.
Sulfatos	mg/L de SO ₄	Es uno de los aniones que con mayor frecuencia se encuentran en las aguas naturales. La concentración de sulfatos es importante debido que a menudo se presentan problemas con el tratamiento de aguas residuales, como el olor y corrosión en las alcantarillas.
Alcalinidad	mg/L de CaCO ₃	Mide la capacidad para neutralizar ácidos.
Acidez	mg/L de CaCO ₃	Mide la capacidad para reaccionar con una base fuerte hasta un pH.
Nitratos	mg/L de NO ₂	Es una sal química derivada del nitrógeno que, en concentraciones bajas, se encuentra de forma natural en el agua y en el suelo.
SDT	mg/L	Los sólidos disueltos totales son concentraciones de sales inorgánicas en el agua e indica salinidad.
SST	mg/L	Los sólidos suspendidos son la cantidad de partículas flotantes en la columna de agua que pueden ser separadas de líquido por medio de medios físicos como la filtración

Sólidos sedimentados	mg/L	Es la cantidad de material que se sedimenta de una muestra de agua en un período de tiempo. Puede ser determinado y expresado en función de un volumen o de una masa.
STT	mg/L	Los sólidos totales es un grupo de partículas que incluye a los sólidos disueltos, suspendidos y sedimentables en agua.
OD	mg O ₂ /L	Es el oxígeno disuelto presente en el agua. Es un indicador de que tan contaminada se encuentra el agua.
Coliformes totales	NMP 100/ml	Son bacterias que se encuentran presentes en el agua debido a su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas.
Coliformes Fecales	NMP 100/ml	Son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal.

Tabla 10. Parámetros de calidad de agua
Fuente: Londoño, Giraldo & Gutiérrez, 2010

2.7.5 Normatividad para calidad de aguas

Para establecer la calidad del agua se requiere cumplir los parámetros físico-químicos de acuerdo a su uso. Para las muestras analizadas en el vertimiento del barrio El Recuerdo, se establecieron los usos para potable, agrícola y residual, consignados en la tabla 11 y de las cuales se cumplen decretos y normas para cada una de ellas.

USO	Normatividad para calidad de aguas
Potable	Decreto 2115 de 2007
	FAO
	RAS 2000
	Decreto 475 de 1998
Agrícola	Decreto 1594 de 1984
	Resolución 1207 del 2014
	FAO
Residual	Decreto 1594 de 1984
	FAO

Tabla 11. Normatividad para calidad de aguas
Fuente: Pérez, 2014

2.8 SALUD

Para conocer el estado de salud de una comunidad, en primera instancia debe hacerse un diagnóstico nutricional.

2.8.1 El diagnóstico nutricional

El diagnóstico resulta de la evaluación antropométrica y la evaluación alimentaria que son datos que nos sirven para determinar con mayor precisión el estado nutricional de una persona.

La antropometría se encarga de la medición de las variaciones en las dimensiones físicas y la composición del cuerpo humano a diferentes edades y en diferentes grados de nutrición. Las mediciones antropométricas más comunes tienen por objeto determinar la masa corporal expresada por el peso, las dimensiones lineales como la estatura, la composición corporal y las reservas de tejido adiposo y muscular. Determinados índices antropométricos pueden proporcionar información sobre la nutrición del cuerpo. Las medidas antropométricas comprenden las siguientes características de medición:

- *Estatura:* Es la altura que tiene un individuo en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones, se utiliza para su medición el estadiómetro, dando la medida en centímetros y milímetros.
- *Peso Corporal:* Es la medida de la masa corporal expresada en kilogramos, se utiliza la báscula para su medición.
- *Índice de masa corporal (IMC):* Es la variable antropométrica más utilizada como indicador de composición corporal, dada por el peso y la talla. A su vez determina si una persona se encuentra en infrapeso, normal, sobrepeso o obesidad (ver tabla 12).

Clasificación		Índice de masa corporal
Infrapeso	Delgadez severa	<16
	Delgadez moderada	16 < 17
	Delgadez leve	17 < 18,5
Normal	Normal	18,5 < 25
Sobrepeso	Tipo 1	25 < 27,5
	Tipo 2	27,5 < 30
Obesidad	Obesidad leve	30 < 35
	Obesidad media	35 < 40
	Obesidad mórbida	> 40

Tabla 12. Clasificación del índice de masa corporal
Fuente: Wikipedia, nd

2.8.2 Enfermedades causadas por malnutrición.

Según la Organización Mundial de Salud (OPS) la malnutrición es causada por la falta de acceso a alimentos, métodos defectuosos alimentarios o por infecciones, o la combinación entre estas. Para evidenciar las enfermedades por malnutrición se evalúan los agentes causantes y su prevención (ver tabla 13).

Enfermedades causadas por Malnutrición		
Enfermedad	Descripción	Prevención
Desnutrición	Se produce cuando la cantidad de alimentos que se ingiere resulta insuficiente para satisfacer las necesidades nutricionales, en función de la edad y del tipo de actividad que se realiza.	Alimentación Balanceada
Obesidad	Consiste en el acumulo excesivo de grasa corporal que se produce cuando el consumo de alimentos energéticos, fundamentalmente de glúcidos y lípidos, es superior a las necesidades nutricionales.	Evitar consumo de grasas, Azúcares y bebidas alcohólicas. Hacer ejercicio.

Enfermedades del aparato circulatorio	Incluyen dolencias muy graves, como el infarto o la trombosis, provocadas con frecuencia por un exceso de colesterol, que se deposita en las paredes internas de las arterias e impide el paso de la sangre.	Disminuir la ingesta de alimentos ricos en colesterol y aumentar el consumo de pescados azules que reducen los niveles sanguíneos de colesterol.
Cáncer	Existe una estrecha relación entre ciertos tipos de cáncer del aparato digestivo, como el de colon, y la alimentación. Los aceites que se utilizan varias veces y los alimentos ahumados contienen sustancias cancerígenas que favorecen su aparición.	Reducir consumo de aceites reutilizados, estimular el movimiento intestinal ingiriendo alimentos ricos en fibra alimentaria, para prevenir el estreñimiento.
Anemia	Consiste en un déficit de hemoglobina en la sangre debido a varias causas. Aunque la más usual es la falta del hierro necesario para formarla.	Tomar alimentos que contengan hierro, como las carnes rojas, las legumbres y los huevos.
El Bocio	Consiste en un aumento apreciable del tamaño de la glándula tiroides, que trata de compensar así la deficiente producción de tiroxina, una hormona fabricada en dicha glándula.	Consumir yodo en la dieta, un elemento necesario para sintetizar la tiroxina.
Las hipovitaminosis	Son causadas por la carencia de alguna vitamina: A,D,B1,B2,B3,B12,C.	Una alimentación adecuada, en la que no falten verduras, frutas, leche y, en general, alimentos crudos, proporciona todas las vitaminas necesarias.
El kwashiorkor	Es típica de bebés y niños pequeños que sufren una fuerte deficiencia de proteínas. Su estómago esta hinchado, porque está lleno de líquido y sus brazos y piernas enflaquecidos. Otras consecuencias de la enfermedad son diarrea, daños en el hígado, falta de crecimiento	Si este tipo de malnutrición no dura demasiado se pueden corregir los daños con una dieta equilibrada
El marasmo	Se produce cuando la dieta es insuficiente tanto en calorías como en proteínas. Los niños con esta enfermedad están muy delgados, con los ojos agrandados y una cara que aparenta más edad.	Si el niño recupera a tiempo una dieta equilibrada la mayor parte de estos síntomas suelen desaparecer.

Tabla 13. Enfermedades causadas por el agua.

Fuente: Pérez, 2015

2.8.3 Enfermedades causadas por el agua

El agua, el saneamiento y la higiene tienen consecuencias importantes sobre la salud y la enfermedad. Las enfermedades relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable; enfermedades como la esquistosomiasis, la malaria, el ahogamiento y otros daños, y enfermedades como la legionelosis transmitida por aerosoles que contienen microorganismos (OPS, 2015). Para ello se consigan las enfermedades causadas en el agua en la tabla 14.

Enfermedades causadas por Agua		
Enfermedad	Descripción	Prevención
Diarrea	Es una alteración de las heces en cuanto a volumen, fluidez o frecuencia. Puede estar acompañada de dolor abdominal, fiebre, náuseas, vómito, debilidad o pérdida del apetito.	Mejor calidad y cantidad de agua, Mejorar el aseo personal y la disposición de excretas.
Shigelosis	La shigelosis es causada por un grupo de bacterias llamadas Shigella. Un grupo de bacterias perteneciente a los bacilos Gram negativas, inmóviles, no formadoras de esporas e incapaces de fermentar la lactosa, que pueden ocasionar diarrea en los seres humanos.	Mejor calidad y cantidad de agua, Mejorar el aseo personal y la disposición de excretas.
Cólera	Es una enfermedad infecto contagiosa intestinal aguda, provocada por los serotipos O1 y O139 de la bacteria Vibrio cholerae, que produce una diarrea secretoria caracterizada por deposiciones semejantes al agua de arroz, con un marcado olor a pescado, una elevada cantidad de sodio, bicarbonato y potasio, y una escasa cantidad de proteínas.	Mejor calidad y cantidad de agua, Mejorar el aseo personal y la disposición de excretas.
Fiebre tifoidea	Es una enfermedad infecciosa producida por Salmonella typhi (bacilo de Eberth), o Salmonella paratyphi A, B o C, bacterias del género Salmonella.	Mejor calidad y cantidad de agua, Mejorar el aseo personal y la disposición de excretas.
Leptospirosis	Es una enfermedad febril producida por la Leptospira interrogans, una bacteria del orden Spirochaetales, de la familia Leptospiraceae, que afecta a humanos y un amplio rango de animales.	Evitar contacto con cualquier materia que contenga orina (especialmente de rata)
Hepatitis A	Es una enfermedad infecciosa causada por el virus de la hepatitis A (VHA) caracterizada por una inflamación aguda del hígado en la mayoría de los casos.	Mejor calidad y cantidad de agua, Mejorar el aseo personal y la disposición de excretas.

Poliomielitis	Es una enfermedad infecciosa, también llamada polio (de manera abreviada), que afecta principalmente al sistema nervioso periférico, generando parálisis e invalidez.	Vacunación
Fiebre amarilla	Es una enfermedad viral aguda e infecciosa causada por "el virus de la fiebre amarilla", que pertenece a la familia de los Flaviviridae.	Vacunación, planes de abastecimiento de agua y disposición de excretas que eliminen los lugares de reproducción de los mosquitos, repelentes y mosquiteros.
Meningitis	Es una enfermedad, caracterizada por la inflamación de las meninges. El 80% de las meningitis está causado por virus, entre el 15 y el 20% por bacterias, el resto está originado por intoxicaciones, hongos, medicamentos y otras enfermedades.	Vacunación y evitar contacto con personas con la enfermedad en especial con personas que contengan VIH-SIDA.

Tabla 14. Enfermedades causadas por Malnutrición.
Fuente: Pérez 2015

3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LA COMUNIDAD

En este capítulo se presenta el desarrollo de actividades realizadas con y para la comunidad e incluye agricultura urbana sostenible, estado de las huertas I, II y III y análisis de sus resultados, diagnóstico de salud y análisis de resultados de diagnóstico nutricional, caracterización del agua residual que utilizan para consumo los moradores extremadamente pobres y análisis de resultados para la calidad del agua.

3.1 AGRICULTURA URBANA SOSTENIBLE

El Recuerdo es un barrio ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, cuya población carece de oportunidades de educación, vivienda, trabajo y salud, pues son familias de escasos recursos que han sido víctimas en su gran mayoría del desplazamiento forzoso por parte de los grupos armados que se encuentran actualmente en Colombia (ver figura 43).



Figura 43. **A.** Panorámica del barrio el Recuerdo **B.** Viviendas de las familias desplazadas.
Fuente: Pérez, 2013.

Es por ello, que la organización TECHO a través de diferentes programas de habilitación social, busca trabajar con jóvenes y comunidad para erradicar la pobreza extrema. Dentro de los proyectos de habilitación social, se encuentra *el plan ambiental y alimentario*; que surge como una necesidad de abastecimiento de alimentos, manejo de las aguas residuales y la captación de agua potable debido a que su población presenta un alto índice de mortalidad infantil, causado por la mal nutrición, enfermedades respiratorias de origen viral o bacteriano, enfermedades en la piel por los agentes externos ambientales y enfermedades gastrointestinales por el consumo elevado de aguas contaminadas (ver figura 44).



Figura 44. **A.** Niños con enfermedades de desnutrición severa **B.** Niño manipulando agua residual para sus necesidades básicas **C.** Niño con daños en la piel por los agentes externos ambientales.

3.1.1 Huerta I

En el mes de agosto y con participación de la Universidad Militar, a través del presente trabajo, se inició un plan piloto para convocar a la comunidad a trabajar en la agricultura urbana, con el fin de capacitarlas en técnicas agronómicas de siembra directa e indirecta, que les permitieran mejorar sus condiciones alimentarias y además ayudara a más personas de la comunidad que presenten una situación precaria. A partir de esto, se buscó un terreno apto para empezar a ejecutar el plan piloto teniendo dos opciones (ver figura 45):

La primera involucraba un terreno con alta pendiente donde se tendría que arreglar el talud y evitar la erosión del macizo rocoso, pero el sistema de drenaje y las condiciones del viento podrían dificultar el crecimiento de una siembra directa, pues por el terreno pasaban las aguas residuales mezcladas con las aguas lluvias y el viento quemaría las plántulas. La segunda alternativa fue un terreno que ya había sido fumigado para iniciar la siembra. Sin embargo, este terreno anteriormente era un relleno sanitario y la capa vegetal ya había formado un suelo residual, además el tubo del desagüe residual de un baño cercano fue hurtado y por consiguiente el paso de estos residuos contaminaría el sitio de trabajo en el momento de la siembra.



Figura 45. **A.** Terreno con alta pendiente y desprendimiento del macizo rocoso con paso de aguas residuales **B.** Terreno con alta capa vegetal y suelo residual.

Fuente: Pérez, 2013.

Se seleccionó la segunda opción debido a que posee unas condiciones que se pueden optimizar y aprovechar para vincular un grupo de cinco a diez personas, comprometiéndose por escrito a trabajar en el proyecto de agricultura urbana sostenible. El proyecto inicia con una capacitación al grupo de trabajo en temas relacionados con la limpieza del terreno, recolección y disposición de basuras, acumulación de raíces y material orgánico para secado y quema, con el fin de obtener abono que luego se utilizó durante la

preparación del terreno de siembra y mejoras en el grosor de la tierra (ver figura 46).



Figura 46. **A.** Comunidad trabajando en la limpieza de la huerta | **B.** Suelo residual, con bastante raíz vegetal | **C.** Retiro de maleza y quema para abono.

Fuente: Hidalgo y Pérez, 2013.

Después del descapote, se evidenciaron varios sitios por donde pasaban aguas residuales. Para el manejo de esta situación se construye una zanja de 10 cm de ancho y unos 20 cm de profundidad para conducir estas aguas y llevarlas hacia algún alcantarillado más cercano. Además se recomendó mantenerla limpia para evitar inundaciones en la siembra y depósitos de agua que pudieran ser fuente de vectores. (Ver figura 47).



Figura 47. **A.** Excavación de la zanja y retiro de residuos **B.** Terminación de la zanja de aguas residuales.

Fuente: Hurtado y Pérez, 2013

Igualmente se encontró un vertimiento de agua residual proveniente de un baño que pasaba por la mitad del terreno de siembra, lo que llevó a buscar el tubo de conexión. Sin embargo este tubo ya no existía y su conexión no era la más recomendada para el sitio, por lo que se tomó la decisión de suspender el baño y aplicar cal al terreno para eliminar los malos olores de los desechos sanitarios (Figura 48).



Figura 48. Limpieza de la conexión del desagüe de agua residual.
Fuente: Pérez, 2013.

Posteriormente se realizaron los hoyos donde se colocan los palos de cercado, teniendo una profundidad de 13 cm en los laterales y en la parte de abajo de 50 cm, esto para generar una estabilización en el momento en que fueran a ser hincados. Así mismo, a estos palos se les hicieron traslapos para que tuvieran una altura de 2.40 m y luego se inmunizaron con “Vareta”, para proteger la madera de la descomposición y otros agentes externos (ver figura 49).





Figura 49 **A.** Hoyos para el cercado **B.** Medida de profundidad de los hoyos de cercado **C.** Arreglos de dimensiones en los palos de madera **D.** Traslapo de la madera para la medida de 2.40 m **E.** Inmunizador de madera **F.** Colocación del inmunizador en la madera **G.** Hincado de los palos de madera a los hoyos **H.** Terminación de los palos del cercado.

El siguiente paso fue la instalación de 14 m de polisombra, la cual se distribuyó a lo largo de todos los palos hincados, asegurándolos con trozos de madera, tapas de lata y puntillas. Esto para evitar agentes externos como el viento, animales y transeúntes en el sitio de siembra (ver figura 50).



Figura 50. **A.** Puntillas y tapas para la colocación de la polisombra **B.** Colocación de la polisombra **C.** Encerramiento total de la huerta con la polisombra.

Fuente: Lozano y Pérez, 2013

Nuevamente se realizó una limpieza posterior a la siembra, garantizando que la tierra estuviera libre de basura y que permita colocar el abono para ser

fertilizada. Este proceso a su vez, fue acompañado de surcos que se ejecutan en dirección opuesta al flujo del agua y deben tener una distancia de 30 cm entre ellos, pues al ser un terreno inclinado el sistema de riego y drenaje juega un papel importante en el crecimiento de la plántula, evitando inundaciones en el terreno. A su vez, estos surcos tienen unos montículos de unos 25 cm de ancho y 15 cm de alto, que ayudan a que la raíz de la planta tome firmeza en el crecimiento de la siembra. Al tener los surcos realizados, se procede a colocar las semillas que con anterioridad fueron puestas en agua de manzanilla por un período de 24 horas para evitar plagas y que germinarán en un tiempo más rápido, teniendo en cuenta que por cada agujero realizado se deben colocar tres semillas a una profundidad de 1.5 cm y conservando una separación de 9 cm en la misma fila, para luego ser cubiertas con la tierra. Para identificar las semillas sembradas (cebolla larga, cebolla cabezona, arveja, zanahoria y maíz) se colocan palitos con lana de colores, que permiten identificar el desarrollo de la siembra y la clasificación de cada uno de los surcos (ver figura 51 y 52).



Figura 51. **A.** Limpieza del terreno **B.** Mezcla de la tierra con el abono
Fuente: Hidalgo y Pérez, 2013.



Figura 52. **A.** Realización de surcos **B.** Identificación de semillas por palitos de colores **C.** Terminación de la siembra directa.

Fuente: Pérez, 2013.

Al terminar de hacer la huerta las personas de la comunidad estarán pendientes del riego del terreno, de quitar la maleza, el crecimiento de las plántulas y la recolección del cultivo, teniendo en cuenta que se sembró en época de invierno por lo que su producción será aproximadamente en 5 meses.

Dentro del seguimiento de la huerta los dos primeros meses, se puso cascarilla de arroz y más abono para que las plántulas tuviera un mejor

aprovechamiento de los nutrientes de la tierra. Sin embargo, la cebolla larga presentó problemas de engrosamiento, por lo que se debió ser trasplanta y hacer un nuevos surcos que permitan desarrollar bien la raíz de la plántula (ver figura 53).



Figura 53. **A.** Crecimiento primer mes del cultivo **B.** Crecimiento segundo mes del cultivo **C.** Arreglos en la huerta con cascarilla de arroz y abono **C.** Nuevos surcos para las plántulas de cebolla larga.

Fuente: Hurtado y Pérez, 2013

Para el tercer mes se observó el crecimiento de las plántulas tanto de maíz, zanahoria, arveja y cebolla larga, indicando las condiciones adecuadas para el crecimiento de estos cultivos recomendando el riego en horas de la tarde para mayor hidratación en las plántulas (ver figura 54).



Figura 54. **A.** Crecimiento del maíz y la zanahoria **B.** Crecimiento de la cebolla y la arveja.
Fuente: Monroy, 2014.

Finalizando el cuarto mes se realizó la recolección de la cosecha de arveja, escogiendo aquellas que se usarían para alimento y otras para semilla, se obtuvo un total de recolección de 10 libras. También se quemó la plántula para evitar la plaga de piojo y usar la ceniza para abono (ver figura 55). Una de las familias a quien se le asignó el proyecto recibió la cosecha y usó los guisantes y la cascarilla para la preparación de sopas con alto contenido nutritivo.



Figura 55. **A.** Recolección de arveja **B.** Arveja recolectada y de buena calidad.
Fuente: Lozano, 2014

En esta misma huerta se sembró maíz, de mayor tiempo de crecimiento. En cuanto las plántulas de cebolla, estas no generaron producción, por lo que se llevó a cabo una investigación acerca del origen de la semilla determinando que era “alpiste” la cual posee beneficios medicinales como la regulación en el colesterol, el impacto en la diabetes y la hipertensión. Es por ello que se decide quemar la plántula para generar abono y recolectar la semilla para ser usada en infusiones naturales (ver figura 56).



Figura 56. **A.** Crecimiento de maíz en el cuarto mes **B.** Recolección de alpiste.
Fuente. Monroy, 2014

Al llegar el mes quinto, se hallaron nuevos procesos de germinación en el terreno como lenteja, caléndula, tomate y coles; debido agentes externos naturales como el viento y la lluvia, que ayudaron al crecimiento de las nuevas plántulas en el terreno (ver figura 57).



Figura 57. **A.** Crecimiento de coles. **B.** Crecimiento de tomate **C.** Crecimiento de caléndula **D.** Crecimiento de lentejas.

Fuente: Monroy, 2014

De igual manera, el crecimiento del maíz se encuentra en la etapa de pajonamiento (conjunto de espigas que nacen de un mismo tallo y que se

ramifican en un racimo) indicando que las plántulas alcanzaron su máxima altura y que iniciarán el proceso de liberación de polen. Teniendo en cuenta, que a partir de esta etapa empieza la foliación de la plántula para generar finalmente el grano (ver figura 58).



Figura 58. **A.** Etapa de pajonamiento **B.** Crecimiento del maíz para la etapa de foliación.

Fuente: Monroy, 2014

Pasado el tiempo se presentaron incidentes en la huerta, ocasionados por los transeúntes del sector que provocaron la presencia de ganado vacuno en la huerta y generaron la pérdida de producción de alimentos como el maíz, la zanahoria y la lenteja. Por lo cual el voluntario de la comunidad decidió terminar con el funcionamiento de está huerta (ver figura 59).



Figura 59. Daños en la huerta I

Fuente: Monroy, 2014

Las personas de la comunidad evidenciando la huerta anterior decidieron sumarse al nuevo desarrollo de proyectos en agricultura urbana, teniendo como propósito planes como: compostaje y lombricultura, siembra directa e indirecta, reutilización de materiales, recolección de aguas lluvias y potables, cultivos hidropónicos e invernadero.

3.1.2 Compostaje y lombricultura

Para comenzar los planes anteriormente mencionados, se empezó por el *compostaje y lombricultura*, permitiendo más participación de la comunidad a través de la clasificación de la materia orgánica y acceder a tierra fertilizada para nuevos cultivos que se desarrollen con el grupo de trabajo. Es por ello, que se capacitó al grupo de la comunidad en conjunto con los técnicos ambientalistas del hospital de Vista Hermosa sobre qué residuos se deben incluir en el compostaje como las cáscaras de frutas y verduras, hojas secas, cartón, estiércol (caballo, vaca, oveja o gallinaza) y cuáles no son aptos para su realización (productos cárnicos, las espinas de pescado, el estiércol de perro o gato, aceites, pan y arroz), la buena gestión de estos residuos disminuirán considerablemente el volumen generado en los hogares del barrio (ver figura 60).



Figura 60. Capacitación de compostaje voluntarios y personas de la comunidad.

Para empezar a recoger los desperdicios de la comunidad, se excavó una fosa de 1,30 m de profundidad y 50 cm de ancho, permitiendo que la comunidad arrojara todos los desperdicios orgánicos en este sitio. Sin embargo el exceso de lluvias de esta época generó la proliferación de mosquitos y malos olores (ver figura 61).



Figura 61. **A.** Inicio de construcción de fosa de desperdicios **B.** Fosa de desperdicios **C.** Fosa con desperdicios orgánicos

Fuente: Restrepo, 2013

Para mejorar el almacenamiento y el compostaje de los residuos se construyó una caja de 1.20 m de ancho por 1.20 m de largo, permitiendo tener una base firme forrada con bolsas negras para recoger el lixiviado, cubierta con malla de gallinero, lonas y latas para oxigenar el compostaje y mantener el calor para la degradación del material. Al tener la caja ya construida se depositaron allí varias capas sucesivas de materiales compostables, primero una capa de materia orgánica, la segunda de estiércol de animal, la tercera en cartón y la cuarta en suelo de la zona. Después se humedeció a diario y se mezcló una

vez por semana con una pala, para facilitar la descomposición de la materia orgánica, este proceso duró cuatro meses (ver figuras 62 y 63).



Figura 62. **A.** Arreglo del terreno **B.** Plastificación de la base de madera con los técnicos del hospital de Vista Hermosa **C.** Colocando las bases de la caja **D.** Terminación de las bases de la caja **E.** Cortado de la malla de gallinero **F.** Rasgado del cartón para el compostaje

Fuente: Restrepo, 2013



Figura 63. **A.** Aplicación del compostaje por capas **B.** Encofrado en lona y lata para conservar el calor y la oxigenación del compostaje **C.** Llenado total de la caja con compostaje **D.** Mezclado del compostaje y humedecimiento con agua.

Fuente: Pérez, 2014

Debido al interés y a la participación de la comunidad en la recolección de residuos orgánicos, se ejecutó el proyecto a una mayor escala, por esto se construyen dos cajas para el manejo del compostaje y la lombricultura. Con la finalidad que una persona del barrio se hará a cargo de las respectivas actividades, implementando un negocio lucrativo a través de la venta de humus de lombriz.

El terreno elegido para la elaboración del compostaje y lombricultura presenta un relieve ondulado y erosionado a causa de la actividad minera. Así mismo

los procesos de erosión hídrica y eólica han afectado gravemente la geología por lo cual se observan formaciones de surcos, cárcavas y fracturas.

El suelo presenta mediana capacidad portante, está conformado por rocas duras de areniscas que han sufrido descenso del nivel freático, desecación y erosión, por lo cual el trabajo de remoción de suelo va ser un factor importante a la hora de alterar la inclinación del macizo rocoso (FOPAE, 2010). Ver figura 64.



Figura 64. **A.** Inspección del terreno de lombricultura y compostaje **B.** Areniscas preconsolidadas y de gran espesor con formación de cárcavas, surcos y fracturas.

Fuente: Restrepo, 2013

Se inicia el proceso de remoción de rocas, capa vegetal y estabilización del talud, para lo cual se disminuye la pendiente del terreno y se ponen materiales en el pie del talud, para evitar deslizamientos más adelante. (ver figura 65 y 66).



Figura 65. **A.** Arreglo de la pendiente del terreno **B.** Disminución de la pendiente del terreno

Fuente: Rueda, 2013



Figura 66. **A.** Limpieza del terreno **B.** Extracción de capa vegetal **C.** Recolección de suelo orgánico **F.** Moviendo rocas areniscas .

Fuente: Hidalgo y Pérez, 2013

Las rocas duras superficiales se removieron con ayuda de varios individuos de la comunidad, utilizando herramientas como: picas, barras, puntero y un mazo de 17 libras (ver figura 67).



Figura 67. **A.** Areniscas intrusivas **B.** Extracción de la roca mediante mazo **C.** Palanca con barra en roca arenisca **D.** Golpes sucesivos para debilitar la roca **E.** Fractura en roca arenisca **F.** Extracción de roca arenisca.

Fuente: Pérez, 2014

A partir de este trabajo se encontró una roca maciza de gran dimensión que solamente puede removerse con maquinaria pesada, así que se procedió a

rellenar y aplanar un poco el talud para colocar las cajas de compostaje (ver figura 68).



Figura 68. **A.** Remoción de roca arenisca **B.** Recopilación de roca arenisca **C.** Aplanado del terreno **D.** Terminación del terreno.

Fuente: Pérez, 2014

Después de realizar la estabilización del terreno, se procede al montaje de las cajas de 1.20 m³ para la compostaje y lombricultura, teniendo en cuenta las siguientes funciones:

- En la primera caja se realizó el proceso de compostaje en diferentes capas como material orgánico, maleza, cartón, suelo y estiércol. Estas capas se

voltearon cada tercer día para oxígeno el compost y ser hidratado para acelerar su descomposición.

- En la segunda caja se depositó un sustrato de materia orgánica y estiércol previamente seco mediante fermentación aeróbica. Por lo cual se debe estar atento a proporcionar un riego conservando una humedad del 80% y el aislamiento del sol. Para la implementación de este proyecto, la donación de lombriz fue proporcionada por una persona de la comunidad desconociendo la especie, esta demoró el proceso pues aún se encontraba en un ciclo evolutivo más conocido como cocones (huevos). Tanto la caja de compostaje como la de lombricultura se muestran en la figura 69 y figura 70.



Figura.69. **A.** Armado de las cajas de compostaje y lombricultura **B** Cajas de dimensiones 1.20 m x 1.20 m x1.20 m **C.** Terminación de la cajas de compostaje y lombricultura **D.** Llenado de las cajas con estiércol y materia orgánica Fuente: Pérez, 2014



Figura 70. Donación de lombriz por parte de una voluntaria de la comunidad.
Fuente: Pérez, 2014

Aunque la producción de la lombriz fue lenta, generó resultados a partir del quinto mes, teniendo cambios como engrosamiento, tamaño y color rojizo oscuro. Esto nos permite saber que el sustrato ha sido correctamente preparado y se puede proceder a obtener un excelente lombricompost. Así mismo ha mantenido una humedad del 80% ayudando al proceso anaeróbico de las bacterias acelerando la fertilización del suelo (ver figuras 71 y 72) .



Figura 71. **A.** Riego del compostaje **B.** Descomposición de los residuos orgánicos para compost
Fuente: Pérez, 2014



Figura 72. **A.** Lombriz de tierra a los 2 meses **B.** Lombriz de tierra a los 5 meses.
Fuente: Sotelo, 2014.

La empresa Lombricultura de Tenjo donó 5 Kg de lombriz roja californiana de la especie *Eisenia Foetida*, que se utilizó para mejorar la calidad del humus, debido a su potencial reproductor, rusticidad, tolerancia a los factores ambientales (pH, temperatura, humedad y por vivir en altas densidades (número de lombrices por área).

El humus granulado generado por este tipo de especie de lombriz es un abono altamente orgánico que permite a las personas de la comunidad generar su microempresa, este humus tiene propiedades regeneradoras que permiten una rápida recuperación del suelo y la actividad agrícola (ver figura 73).



Figura 73. **A.** Colocación del nuevo alimento para la lombriz **B.** semillero de lombriz californiana

Fuente: Sotelo, 2014.

3.1.3 Huerta II

Con el apoyo de la comunidad se realizó la huerta II, la cual posee un área de 130 m² y presenta las siguientes condiciones: (ver figuras 74, 75 y 76):

- No cuenta con agua potable cercana al sitio, por lo cual la recolección es en agua lluvia.
- El suelo es arenisco y en parte erosionado por la constancia de ganado en este sitio.
- No hay conexión de aguas residuales a un sitio específico, pasando éstas por el terreno de siembra.
- No existe cerramiento.
- Presencia de materiales sólidos en el terreno.
- Acumulación excesiva de estiércol en el terreno.
- Se encuentran semilleros y siembra de algunos alimentos.
- Producción de lombricultivo en proceso.
- Agentes como el viento son muy fuertes en este sitio.



Figura 74. **A.** Acumulación de estiércol en el terreno **B.** Enceramiento provisional con latas **C.** Aguas residuales presentes en el terreno **D.** Recolección de agua lluvia en el sitio.

Fuente: Monroy, 2013



Figura 75. **A.** Semilleros realizados en el terreno **B.** Lombricultivo en inicio

Fuente: Monroy, 2013



Figura 76. Terreno con bastantes residuos sólidos.
Fuente: Monroy, 2013.

El equipo de trabajo para esta huerta contó con la participación de 10 familias vinculadas por dos programas: el primero por el Plan Ambiental y Alimentario de TECHO y el segundo por la DPS (Departamento para la Prosperidad Social). Estos dos mecanismos permiten la capacitación a las personas de la comunidad, aportan materiales para la huerta (semillas, malla de gallinero, abono, etc) y el trabajo comunitario para generar microempresa. Sin embargo se estableció que el terreno al momento de la siembra, se dividiera la producción entre ambos entes para evitar malos entendidos en la repartición de la cosecha.

Se inicia con el volteo y la recolección de la maleza, este proceso se llevó rápidamente puesto que las personas de la comunidad tienen mucha agilidad en el trabajo de agricultura logrando un buen trabajo para la siguiente actividad (ver figura 77).



Figura 77. **A.** Equipo de trabajo de voluntarios de la comunidad **B.** Volteo de maleza.
Fuente: Monroy, 2014.

Después de voltear la capa vegetal se deja secar por un período de 24 horas, con el fin de remover fácilmente el suelo restante y luego se procede a elaborar pilas de maleza que se distribuirán una parte para quema que genere abono y otra para compostaje (ver figura 79).



Figura 78. **A y B.** Remoción de suelo restante en la maleza **C.** Pila de maleza **D.** Terminación de recolección de maleza en el terreno.

Fuente: Monroy, 2014.

El siguiente paso fue el hincado de los pilotes de madera a una profundidad de 15 cm, conservando una distancia de 1 m con el siguiente pilote hasta completar el área de cerramiento. Luego se puso la malla de gallinero y el alambre de púas alrededor de cada pilote para evitar el ingreso de animales al terreno (ver figura 79).



Figura 79. **A.** Instalación de pilotes de madera en el terreno **B.** Disposición de malla de gallinero en el terreno.

Fuente: Pérez, 2014

Después se instaló un tubo de 60 m de longitud y 6" de diámetro que sirvió para evacuar las aguas residuales entre la letrina y la salida del terreno de siembra, pues no se contaba con un sistema de acueducto y alcantarillado al que se pudieran canalizar estos residuos. Para desinfectar el suelo se aplicó cal en gran cantidad, material que evita la proliferación de microorganismo y los malos olores.

Para mejorar las propiedades del suelo en la huerta se siguió el procedimiento descrito a continuación, que duró cinco meses (ver figura 80):

- La capa vegetal que anteriormente fue recopilada en pilas, se sometió a compostaje con sus respectivas capas (materia orgánica, suelo arenisco y estiércol) y se verificó que su degradación fuera óptima mediante la prueba de puño.
- Se realizó una nueva limpieza del terreno para sacar raíces y picar los turrone. A este proceso se le adiciona cascarilla de arroz para que el suelo desgrane fácilmente.

- Al tener el compost listo se aplicó en el terreno, comprendiendo varias capas para poder moverlo constantemente y evitar las altas temperaturas, ya que si no se oxigena el fertilizante pierde sus propiedades para uso agrícola.
- Enseguida se procedió a mezclar el humus y el compost con el suelo, con el fin de obtener un mejor desempeño al momento de la siembra y conservar los nutrientes al inicio del trasplante.
- Finalmente se procedió a regar diariamente el terreno con el fin de proporcionar humedad al suelo.



Figura 80. **A.** Compostaje en pila **B.** Picado del terreno y remoción de raíz **C.** Colocación de compost en diferentes capas **D.** Combinación de compost con humus en el terreno.

Fuente: Pérez, 2014



Figura 81. **A.** Revisión de la aireación del suelo **B.** Riego del suelo.

Fuente: Pérez, 2014

Debido a los fuertes vientos que se presentaban en el área de la huerta, se hizo un cerramiento con polisombra con el fin de evitar la quema de las plántulas al momento de realizar la siembra, sin embargo este cerramiento no duró mucho debido a la fuerza del viento. (Ver figuras 82 y 83).

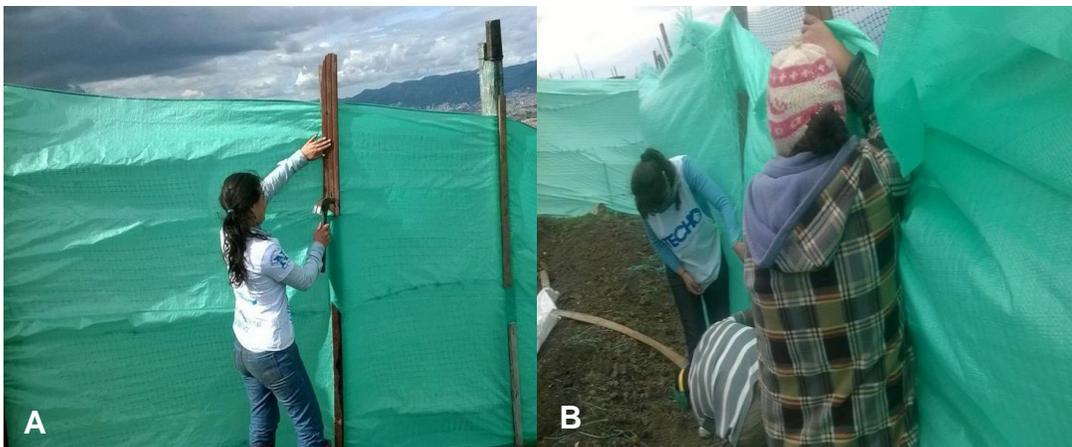


Figura 82. **A.** Instalación de la polisombra **B.** Aseguramiento de la polisombra.

Fuente: Pérez y Monroy, 2014



Figura 83. **A.** Encerramiento asegurado con madera **B.** Rompimiento de la polisombra por alto vientos en el terreno. Fuente: Monroy, 2014

Para optimizar la siembra se construyeron semilleros de 70 cm x 70 cm x 30 cm, los cuales se revistieron con plástico calibre 6 para conservar la humedad, se rellenaron con compost a una altura de 30 cm y se realizaron surcos sobre su superficie. Las semillas se colocaron a una distancia de 10 cm y se cubrieron con geomalla para evitar la quema en la plántula durante su crecimiento (ver figura 85).



Figura 84. **A.** Cajas de semillero **B.** Plástico de calibre 6 para conservar la humedad. Fuente: Monroy, 2014



Figura 85. **A.** Llenado de las cajas con suelo orgánico **B.** Colocación de semillas en las cajas **C.** Terminación de surcos con sus respectivas semillas **D.** Protección de semillero con geomalla.

Fuente: Monroy y Pérez, 2014

Veinte días después, se trasladaron las plántulas germinadas a la huerta (lechuga, coliflor, remolacha y repollo), colocándolas a una distancia de 15 cm entre ellas, con el fin de garantizar su mejor crecimiento en el suelo (ver figura 86) y se procedió a la siembra directa de: zanahoria, perejil, cilantro, arveja, cebolla (larga y cabezona), acelga, manzanilla y caléndula. Esperando una producción a corto y largo plazo.



Figura 86. A. Plántulas de remolacha B. Plántulas de lechuga, coliflor y repollo C. Trasplante de plántulas D. Distancia entre plántula de 15 cm.

Fuente: Monroy y Pérez, 2014.

Al hacer un control a la producción de la huerta, se encontró una plaga llamada tijereta. A este insecto le gusta comer materia vegetal por lo que afecta gravemente la producción, pues su actividad es nocturna y su remoción

debe ser con trampas naturales evitando el uso de químicos en la huerta (ver figura 87).



Figura 87. Plaga de tijereta en la siembra.
Fuente: Monroy, 2014.

Debido a esta plaga se tomaron medidas de control y prevención, como la limpieza de todo tipo de material (maleza, piedras y residuos en descomposición) que puedan llamar nuevamente la plaga. También se utilizó un cebo preparado a partir de una mezcla de ajo, cebolla y jabón disuelto en dos canecas de agua, colocándolos en pequeños recipientes enterrados al nivel del suelo, y distribuidos en todo el cultivo, esta mezcla las atrae y las ahoga al caer adentro. (Ver figura 88).



Figura 88. Remoción de maleza para evitar plaga de tijereta.
Fuente: Pérez, 2014

Dado que en el sitio no son frecuentes las precipitaciones y tampoco se tiene servicio público de acueducto cercano, la comunidad se provee de vendedores alternativos no ligados a la red tales como camiones cisterna, agua embotellada, reventa de agua de tubería, tanques sépticos y letrinas, cuya problemática se refleja en las distancias a recorrer para obtener este recurso.

Por estas condiciones de calidad y la frecuencia intermitente del servicio se decidió buscar otras alternativas de captación de agua que mejoraran la salubridad y el riego en la huerta. Aprovechando la cercanía de la vereda Quiba y la buena voluntad del dueño del predio aledaño se procedió a realizar una conexión de agua a la red oficial rural que permite suministrar agua al sitio de la huerta, teniendo como condición el uso exclusivo para riego y uso doméstico de la familia propietaria de la huerta, debido a que se presentan muchos proveedores alternativos que comercian ilegalmente con el agua. De no cumplirse esta condición el punto de suministro sería suspendido.

Aprovechando este recurso de agua, se procedió a construir un tanque de agua en mampostería estructural par reemplazar un antiguo tanque de fibra de vidrio, con el fin de conservar mayor volumen de agua, mejorar las condiciones de salubridad y permitir la conexión por manguera para el riego en la huerta.

Para diseñar el tanque de abastecimiento se tuvieron en cuenta las siguientes indicaciones dadas por la Organización Panamericana de la Salud (OPS):

- El depósito de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente, de tal forma que dé abasto a las necesidades básicas de los usuarios. Suponiendo que el consumo por persona en un día es de 15 litros y que una familia esté conformada por seis personas, se tiene un consumo total de 90 litros por día.

- Si se tiene el consumo de litro/familia/día y se quiere diseñar una cisterna casera o tanque de almacenamiento de agua para garantizar agua por lo menos para 10 días, se tiene en cuenta la siguiente relación (ver tabla 15):

DÍAS	CONSUMO EN LITROS
1	90
2	180
3	270
4	360
5	450
6	540
7	630
8	720
9	810
10	900

Tabla 15. Relación consumo litro/familia/día para un núcleo familiar de 6 personas
Fuente: OPS, AÑO.

Quiere decir, que el consumo en 10 días será de 900 litros. Es necesario construir un tanque de almacenamiento con capacidad mínima de 900 litros o de aproximadamente 1m^3 . Partiendo de esta explicación se decidió construir el tanque con dimensiones de $1.40 \times 1.0 \times 1.0$ m para un volumen de 1.40m^3 el cual cumple con los estándares básicos dados por la OPS, dando un soporte de consumo no solo del núcleo familiar sino del uso en riego.

Teniendo las dimensiones del tanque se verifica el sitio de instalación, asumiendo dos puntos de conexión (agua potable y aguas servidas) debido a que éstas tuberías deben cumplir la función de captar y evacuar, facilitando el mantenimiento del depósito. Paralelamente se nivela el terreno dejando una inclinación leve, que permite la optimización de la instalación hidráulica (ver figura 89).

Esta instalación está conformada por tuberías de PVC (diámetros de ½”, 1”, 2”) y accesorios para hacer empates o derivaciones: uniones encargadas de acoplar dos tuberías del mismo diámetro, adaptador macho y hembra que permite la conexión con rosca por fuera y dentro del tubo, bujes usados para la unión de dos tuberías de diferente diámetro, codo (diámetro de 2”) usado para cambiar la dirección del flujo, válvula que cumple dos funciones controlar e interrumpir automáticamente el suministro de agua y el grifo de manguera que se encuentra ubicado en el punto de consumo.



Figura 89. **A** Localización del terreno para el tanque de abastecimiento **B.** Punto de conexión aguas domésticas para el tanque **C.** Nivelación del terreno. Fuente: Pérez, 2014

Una vez colocada la instalación hidráulica se procede a situar el sobrecimiento de un grosor de 6 cm, conformado por ladrillo común rosado de 20x10x6 cm mezclado con mortero de pega (cemento Portland, arena, agua, grava, gravilla y cal), dejándose nivelado y secado en un período de 24 horas, lo que permite optimizar el fraguado, la adherencia y su consistencia.

Después de tener el sobrecimiento terminado, se verifican nuevamente los ductos preestablecidos en la conexión hidráulica, esto para evitar obstáculos en las tuberías al momento de colocar el mortero. Luego se levanta la primera hilada, la cual debe colocarse en seco para evitar errores en el resto del muro. En los extremos deben colocarse los ladrillos guías.

Teniendo en cuenta que se maneja por aparejo de petaca (disposición de las unidades de mampostería alineadas) debido a que su función no es estructural, es decir, no se considera ningún tipo de refuerzo externo o interno de confinamiento sino que funciona tan solo para su propio peso, por lo que no se realiza en aparejo trabado (disposiciones de las unidades de mampostería con continuidad en las celdas verticales que se inyectan con mortero de relleno) dado a que este método es usado para un mampostería confinada reforzada (elementos estructurales amarrados a vigas y columnas).

A continuación se prepara la mezcla de mortero la cual se coloca en la cara superior del sobrecimiento, sobre esta se van ubicando los ladrillos uno a uno verificando el alineamiento y golpeándolo hasta lograrse el tamaño y uniformidad deseada para la junta. De igual manera tanto las hiladas horizontales como verticales deben quedar rellenas de mortero entre ladrillo y ladrillo, comprobando siempre la su alineación con la plomada, la regla o los hilos guía.

Una vez terminada todas las hiladas de los muros hay que darle un buen acabado a la junta, esto se hace mientras el mortero se encuentra fresco y no en la etapa de fraguado, dejando un acabado más apropiado .

Al día siguiente se procede a impermeabilizar el interior del tanque con una mezcla de mortero y cal en mayor cantidad, que evitará las grietas y las fugas de agua. Nuevamente se deja secar hasta que el fraguado obtenga la consistencia para proceder al llenado del tanque de abastecimiento. Para conservar las condiciones del agua, se colocan tejas de plástico que evitan proliferación de insectos y otros agentes que puedan contaminar el agua. Asi mismo se debe realizar una limpieza del tanque de abastecimiento en sus paredes para impedir la proliferación de hongos (ver figura 90).



Figura 90 . **A.** Sobrecimiento del tanque. **B.** Impermeabilización y llenado del tanque **C.** Terminación del tanque de abastecimiento con sus respectivos aditamentos. Fuente: Hidalgo y Monroy, 2014

Al tener solucionado la provisión de agua en el terreno, el crecimiento de las plántulas ha sido favorable pues ha tomado el tamaño ideal para iniciar la recolección de la cosecha. Alimentos como la zanahoría, la remolacha, el perejil, brócoli, cebolla larga y cabezona, caléndula, cilantro, lechuga (crespa y simpson), el repollo y el cilantro toman aproximadamente 4 meses para su producción (ver figuras 91 y 92).



Figura 91. **A.** Producción de repollo **B.** Producción de cebolla larga **C.** Producción de cilantro **D.** Producción de zanahoria.

Fuente: Monroy y Pérez, 2014



Figura 92. **A.** Producción de caléndula **B.** Producción de cebolla cabezona **C.** Producción de lechuga **D.** Recolección de lechuga (crespa y simpson) **E.** Producción de brócoli **F.** Recolección de brócoli.

Fuente: Monroy y Pérez, 2014

La cosecha se repartió equitativamente en ambas entidades (TECHO y DPS), entregada según las horas de trabajo registradas en planilla y la división de terreno establecida. Por lo cual a la comunidad que trabaja con TECHO, le corresponde la entrega de los siguientes hortalizas: lechuga, remolacha, brócoli, caléndula y cilantro; destinados ya sea para consumo o venta (ver figura 93).



Figura 93. **A.** Recolección de hortalizas **B.** Repartición de alimentos para las personas de la comunidad **C.** Hortalizas usadas para consumo.

Animados por la primera recolección de alimentos, la comunidad nuevamente sembró en el terreno arveja, remolacha, repollo, calabacín, cilantro, cáldula y albaca, esperando una producción en 4 meses. (ver figura 94).



Figura 94. Nueva siembra en la huerta.
Fuente: Monroy, 2014

Como se mencionó anteriormente el compost y el lombricompost para esta huerta, que inicialmente estaban apilados se pasaron a cajas de 1.20 m³, con el fin de organizar y generar más compost y humus en la huerta (ver figura 95)



Figura 95. **A.** Armado de las cajas **B.** Cajas instaladas para lombricultura y compostaje **C.** Llenado de cajas con compostaje y estiércol **D.** Caja de compostaje llena de maleza, sustrato y estiércol **E.** Caja de lombricultura llenado con estiércol **F.** Lombriz californiana en su respectiva caja.

3.1.4 Huerta III

La tercera huerta se realizó en convenio con el hospital de Vista Hermosa donde se propuso un modelo de siembra por medio de materiales reutilizables, contando con un área de 48 m² (ver figura 96).



Figura 96. Terreno huerta III
Fuente: Pérez, 2014

Se inició con el descapote del terreno para eliminar la capa vegetal existente, después se hincaron los pilotes inmunizados a una profundidad de 15 cm, para efectuar el cerramiento con malla de gallinero, alambre de púas y polisombra con el fin de evitar agentes externos que afecten la parcela (figura 97 y 98).



Figura 97. **A.** Descapote del terreno huerta **B.** Inmunizador de pilotes **C.** Colocación de los pilotes para encerramiento **D.** Hincado de pilotes **E.** Colocación del alambre de púas **F.** Encerramiento total con alambre de púas.

Fuente: Hospital de Vista Hermosa y Pérez, 2014



Figura 98. **A.** Colocación de malla de gallinero **B.** Colicación de la polisombra
Fuente: Hospital de Vista Hermosa y Pérez, 2014.

Una vez concluido el cerramiento, se intentó un nuevo sistema de siembra utilizando material reciclable (botellas plásticas) y base de madera. Las botellas plásticas quedan interconectadas en las boquillas mediante tubos de pvc de 1/2" sirviendo para el sistema de riego. Enseguida se corta en forma de rectángulo la parte superior de las botellas, llenándolas con suelo orgánico que anteriormente es cernido y se instala en la huerta. Estas camas permiten la siembra directa e indirecta por lo que su cuidado se basa en el riego constante las primeras semanas de su germinación como la producción de dos alimentos por botella siendo las hortalizas las más indicadas para este sistema (ver figura 99).



Figura 99. **A.** Tubos de pvc $\frac{1}{2}$ para instalación en las boquillas **B.** Colocación de botellas plásticas en la base de madera como tubos de pvc conectados a las botellas **C.** Botellas en la base de madera **D.** Cernido del suelo orgánico **E.** Llenado de botellas con suelo orgánico **F.** Camas instaladas en el terreno.

Fuente: Hospital de Vista Hermosa y Pérez, 2014

Además se construyó el semillero en una caja de madera con dimensiones de 1.20x1.20x0.30 m y tres divisiones en su interior, que se forró en tela banner de pendones desechados, luego se llenó con diferentes sustratos (abono, cascarilla y suelo orgánico) en un espesor de 15 cm, quedando listo para ser usado como germinador. (Ver figura 100).



Figura 100. **A.** Armado de la caja para semillero **B.** Terminación de la caja de semillero.
Fuente: Pérez, 2014

Sin embargo, la huerta no se pudo poner en funcionamiento debido a que la voluntaria se encontraba en embarazo de alto riesgo, por lo que suspendió las actividades hasta nuevo aviso de su condición de salud.

3.1.5 Huerta IV

La cuarta huerta cuenta con la participación de dos familias que viven cerca al terreno, donado por un tercero para uso agrícola. La parcela tiene un área de 138 m² y presenta las siguientes características (ver figura 101 y 102):

- El suelo se encuentra erosionado, quemado y con gran contenido de arenisca, por lo cual requiere una recuperación lenta para ser cultivado y posee alto contenido de residuos sólidos.
- Aguas negras presentes en el terreno, dado que uno de los vecinos no se quiso vincular a la red de alcantarillado, generando proliferación de mosquitos, malos olores y enfermedades respiratorias como cutáneas.
- Se encuentra conectado a la red de acueducto, aunque el servicio es intermitente por lo que se tienen depósitos de reserva.
- Se inició un proceso de lombricultura en primera fase.



Figura 101. **A.** Terreno huerta 4 erosionado, quemado y con residuos sólidos **B.** Aguas negras de la casa vecina sin conexión al alcantarillado.

Fuente: Monroy, 2014



Figura 102. Aguas residuales en el terreno de siembra con alto contenido de materiales sólidos.
Fuente: Monroy, 2014

Para iniciar el trabajo en la huerta, se realizó durante un mes una limpieza minuciosa en todo el terreno para remover la capa vegetal con alto contenido de estalones (tallos que crecen en la superficie del suelo o por debajo del suelo que forman raíces adventicias en los nudos de la grama) dificultando la desraización por lo que se decidió quemar una parte de la maleza para abono y el sobrante para ser manejado en compostaje, también se extrajeron rocas y desechos sólidos. (Ver figura 103).



Figura 103. **A.** Recolección de residuos sólidos en el terreno **B.** Remoción de capa vegetal y residuos sólidos **C.** Quema de maleza para generar abono **D.** Capa vegetal con alto contenido de estalones **E.** Limpieza del terreno. Fuente: Pérez, 2014

Después de realizada la limpieza del terreno, se instaló un tubo de PVC con un diámetro de 2" para conducir las aguas negras de la casa vecina al alcantarillado, ya que el propietario del predio no accedió al pago acordado para su conexión y los desechos de su letrina contaminaban el sitio de la huerta (ver figura 104).



Figura 104. Conexión de tubo de aguas negras al alcantarillado
Fuente: Monroy, 2014.

Posteriormente se hincan los pilotes de madera a una profundidad de 20 cm y una distancia de 1m entre cada pilote, luego se instaló la malla de gallinero y el alambre de púas para evitar el paso de transeúntes y animales en el terreno (ver figura 105).



Figura 105. **A.** Distribución de pilotes de madera en el sitio de la huerta **B.** Encerramiento con malla de gallinero.

Fuente: Pérez e Hidalgo, 2014



Figura 106. **A.** Colocación del alambre de púas **B.** Terminación del encerramiento de la huerta.
Fuente: Pérez y Hidalgo, 2014

Nuevamente se volteó el suelo para triturar los turrone y las raíces existentes generadas por la capa vegetal anteriormente removida, la cual es usada en compostaje y colocada en pilas durando un proceso de 3 a 4 meses para obtener suelo orgánico. Así mismo se inició con la construcción de los surcos que luego se abonaron con gallinaza, estiércol (ovino, bónico y equino) mezclando constantemente con cascarilla de arroz y agua para mejorar las propiedades del suelo (ver figura 107 y 108).



Figura 107. **A.** Picado del terreno para remoción de maleza **B.** Volteo de suelo para picado de turrone.

Fuente: Pérez y Hidalgo, 2014



Figura 108. **A.** Recolección de maleza para compostaje **B.** Compostaje en pila **C.** Sustrato de cascarilla de arroz en el terreno **D.** Recolección de estiércol ovino y equino. Fuente: Pérez, 2014



Figura 109. **A.** Volcado de gallinaza en el terreno **H.** Mezcla de abono con el suelo existente **I.** Terreno abonado

Fuente: Pérez, 2014

Una vez abonado el suelo, se implementan las camas de siembra en la parte baja del terreno, teniendo como soporte un cerramiento en madera evitando tapar la canaleta de la casa vecina. Además se cierne el compostaje que cumplió el período de fertilización dado a la prueba de puño, está es vertida en el terreno para iniciar el trasplante de las primeras plántulas del semillero (cilantro, espinaca, lechuga y acelga) al suelo.



Figura 110. **A.** Camas con soporte de madera **B.** Trasplante de plántulas parte baja del terreno.

Fuente: Pérez, 2014.

Para los siguientes surcos que se encontraban en la parte inclinada del terreno, se colocaron 57 estacas guías para el alineamiento de las zanjas conservando una distancia de 70 cm entre ellas, que sirven para el amarre de las camas hechas con de botellas PET y unidas con alambre dulce. Se utilizaron alrededor de 600 botellas de plástico para la terminación de la huerta (ver figura 111 y 112).



Figura 111. **A.** Realización d las estacas guías **B.** Clavado de los palos guías **C.** Lineamiento de estacas guías a una distancia de 70 cm **D.** Terminación de estacas guías.

Fuente: Pérez, 2014



Figura 112. **A.** Clasificación de botellas PET por tamaño **B.** Amarre de botellas PET con alambre dulce **C.** Instalación de botellas PET en las estacas guías botellas PET **D.** Implementación de surcos con botellas PET.

Fuente: Pérez, 2014

Terminado los surcos con las botellas PET se rellenó el suelo existente y se realizó la siembra de las siguientes plántulas: cebolla, arveja, cilantro, manzanilla, caléndula, coliflor, zanahoria, nabo y pepino. Por otra parte la primera fase de siembra dio una producción de lechuga Simpson, espinaca,

acelga y cebolla larga, que se repartió entre las familias de la comunidad que trabajaron en la huerta (ver figura 113).



Figura 113. Producción de la primera fase de la huerta.
Fuente: Pérez, 2014

3.1.6 Análisis de resultados para las huertas

Para establecer la recuperación de los suelos en cada una de las huertas se tomaron factores como el contenido de nutrientes y la materia orgánica, las cuales se identifican en la producción dada por cada una de las parcelas (ver tabla 16), ya que la disponibilidad de nutrientes se basa en la fertilización orgánica elaborada no solamente por el compostaje sino por la lombricultura, cuya degradación del material mejoró las características físicas del suelo (porosidad, color, textura, estructura y densidad) que permitieron establecer la huerta II con una producción agrícola de 152 alimentos y duplicándola en la

siguiente cosecha, seguido de la huerta IV que en su primera fase de siembra logró 172 alimentos y en la segunda se encuentra en semillero, que se plantará en dos meses con miras a obtener la cosecha en los meses de abril y mayo. Ambas huertas presentaron un rendimiento agrícola en hortalizas y verduras que benefició a las familias involucradas.

Por otra parte la huerta I presentaba en sus primeras etapas una producción agrícola satisfactoria de arveja, tomate y alpiste pero daños causados en el cerramiento de la huerta ocasionaron pérdidas en la cosecha de maíz, lenteja y zanahoria por lo cual, el voluntario de la comunidad no volvió a retomar los trabajos de siembra en la huerta. Igualmente la huerta IV no obtuvo ninguna siembra debido a problemas de salud de la voluntaria de la comunidad a cargo, aunque se dejó la huerta terminada para realizar los procesos de siembra indirecta.

HUERTA	N° DE FAMILIAS INVOLUCRADAS	N° DE COSECHAS	SIEMBRA	PRODUCCIÓN	TIEMPO DE PRODUCCIÓN	OBSERVACIONES
I	1	1	Zanahoria	0	3 meses	Daños en el cerramiento debido al ganado
			Lenteja	0	3 meses	
			Tomate	10 und	4 meses	
			Arveja	5 lb	4 meses	
			Maíz	0	1 año	
			Alpiste	10 lb	4 meses	
II	10	2	Zanahoria	12 und	4 meses	Huerta en funcionamiento
			Cebolla larga	18 und	3 meses	
			Cebolla cabezona	15 und	3 meses	
			Cilantro	5 lb	1 mes	
			Repollo	22 und	3 meses	
			Caléndula	6 lb	2 meses	
			Arveja	20 lb	4 meses	
			Remolacha	30 und	4 meses	
			Lechuga simpson	11 und	2 meses	
			Lechuga morada	15 und	2 meses	
			Lechuga crespita	11 und	2 meses	
			Coliflor	18 und	3 meses	
Perejil	5 lb	1 mes				
III	1	0	Ninguna			No se pudo colocar en funcionamiento por problemas de salud de la voluntaria de la comunidad
IV	2		Lechuga simpson	67 und	3 meses	
			Espinaca	39 und	3 meses	
			Cebolla larga	15 und	3 meses	
			Repollo	32 und	3 meses	
			Acelga	20 und	3 meses	
			Cilantro	4 libras	1 mes	
			Arveja	en proceso de crecimiento	4 meses	Recolección en febrero 2015
			Coliflor	en semillero	4 meses	segunda fase de siembra
			Zanahoria	en proceso	4 meses	segunda fase de siembra
			Pepino	proceso de trasplante	4 meses	segunda fase de siembra
			Nabo	proceso de trasplante	4 meses	segunda fase de siembra

Tabla 16. Producción de las huertas.
Fuente: Pérez, 2014

3.2 DIAGNÓSTICO DE SALUD

Para obtener un diagnóstico nutricional de la población del barrio El Recuerdo se desarrolló una jornada de salud que contó con la participación del Dr. Jonathan Pérez Restrepo con registro médico 2420/13. En este diagnóstico participaron 76 personas de diferentes edades: niños entre los 0 a 6 años , pre-adolescentes y adolescentes entre de 7 a 17 años y adultos mayores de 18 años en adelante (ver figura 114).



Figura 114. **A.** Diagnóstico nutricional en niños de 0 a 6 años **B.** Diagnóstico nutricional mayores de edad. **C.** Diagnóstico nutricional pre-adolescentes y adolescentes entre 7 a 17 años.

Fuente: Monroy, 2014.

Para establecer un conteo de las personas encuestadas en los grupos de edades anteriormente mencionados se tabularon de la siguiente manera:

- Los niños entre los 0 y 6 años fueron 24 en su totalidad (ver tabla 17)

Edad	N Niños
1	0
2	5
3	7
4	2
5	6
6	4
Total	24

Tabla 17. Edad de los niños entre 0 y 6 años.
Fuente: Pérez, 2014

- Los pre adolescentes y adolescentes entre los 7 años y 17 años fueron 41 en su totalidad (ver tabla 18).

Edad	No. Adolescentes
7	5
8	3
9	10
10	6
11	2
12	9
13	3
14	2
15	0
16	1
Total	41

Tabla 18. Edad de los pre adolescentes y adolescentes entre los 7 y 17 años.
Fuente: Pérez, 2014

- Los adultos evaluados fueron 11 en su generalidad (ver tabla 19).

Edad	N adultos
20	1
24	1
28	1
32	1
33	1
35	1
42	1
45	1
48	1
51	1
70	1
total	11

Tabla 19. Edad de los adultos mayores de 18 años

Una vez se tuvo el conteo por grupos (niños, jóvenes y adultos) se tomaron los indicadores de peso, estatura, edad y nombre del paciente para realizar el estudio nutricional (ver Apéndice B). Para la identificación del estado metabólico de los niños, se empleó el programa de la UNICEF “Who Anthro”, el cual determina por medio de Z- Score (medida estadística) los valores antropométricos (peso, talla, índice de masa corporal para la edad) el crecimiento y desarrollo infantil. Mientras que, para pre-adolescentes, adolescentes y mayores de edad se usó solamente el índice de masa corporal.

Con los datos obtenidos para cada una de las muestras, se elaboraron tabulaciones y diagramas de barras que permiten interpretar los resultados:

- La población infantil que comprende la edad de 0 a 7 años, registró 15 personas con peso normal, aunque algunos tienden a sufrir de sobre peso y desnutrición global (ver tabla 20 y gráfico 2).

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL PARA LOS NIÑOS					
Edad	Normal	Obesidad	Bajo de peso	Sobrepeso	Desnutrición Global
1					
2	2	1			
3	4	1			1
4	2				
5	5		1		
6	2				2
Total	15	2	1	3	3

Tabla 20. Representación tabular del diagnóstico nutricional para niños.
Fuente: Pérez, 2014

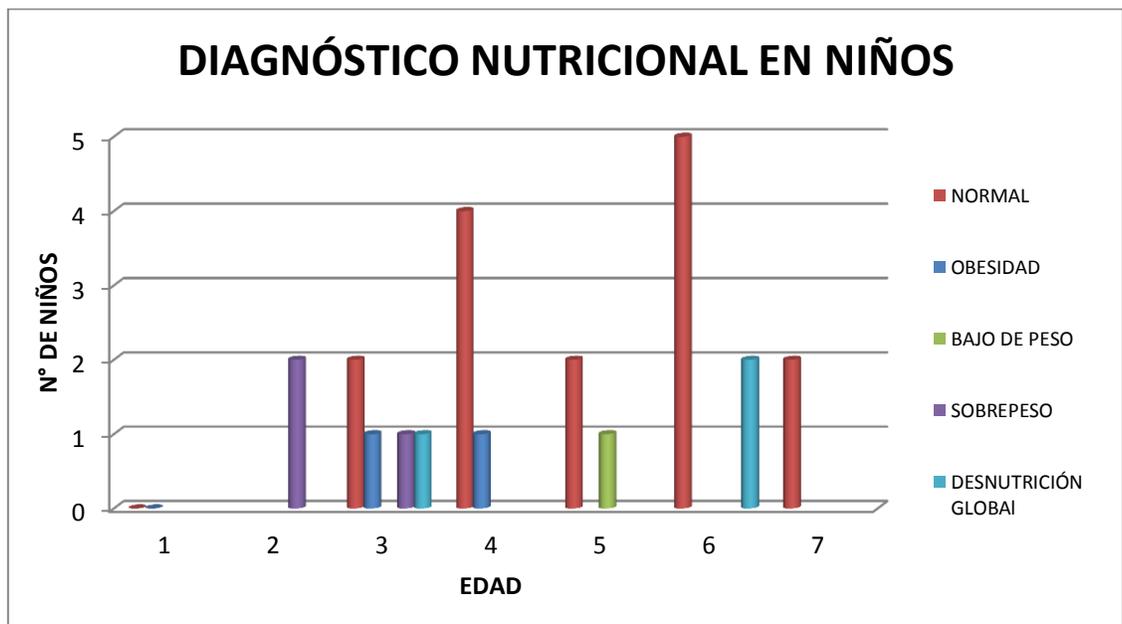


Gráfico 2. Representación gráfica del diagnóstico nutricional niños entre 0 y 7 años.

Fuente: Pérez, 2014

- La población preadolescente y adolescente registra un total de 33 personas con bajo de peso, seguido de 7 personas con un peso normal y 1 persona con sobrepeso (ver tabla 21 y gráfico 3).

DIAGNÓSTICO PARA PRE ADOLESCENTE Y ADOLESCENTES				
Edad	Normal	Obesidad	Bajo de peso	Sobrepeso
7	1		4	
8			3	
9			10	
10	1		5	
11	1		1	
12	2		7	
13	1		2	
14	1			1
15				
16			1	
Total	7	0	33	1

Tabla 21. Representación tabular del diagnóstico nutricional para pre adolescentes y adolescentes.
Fuente: Pérez, 2014

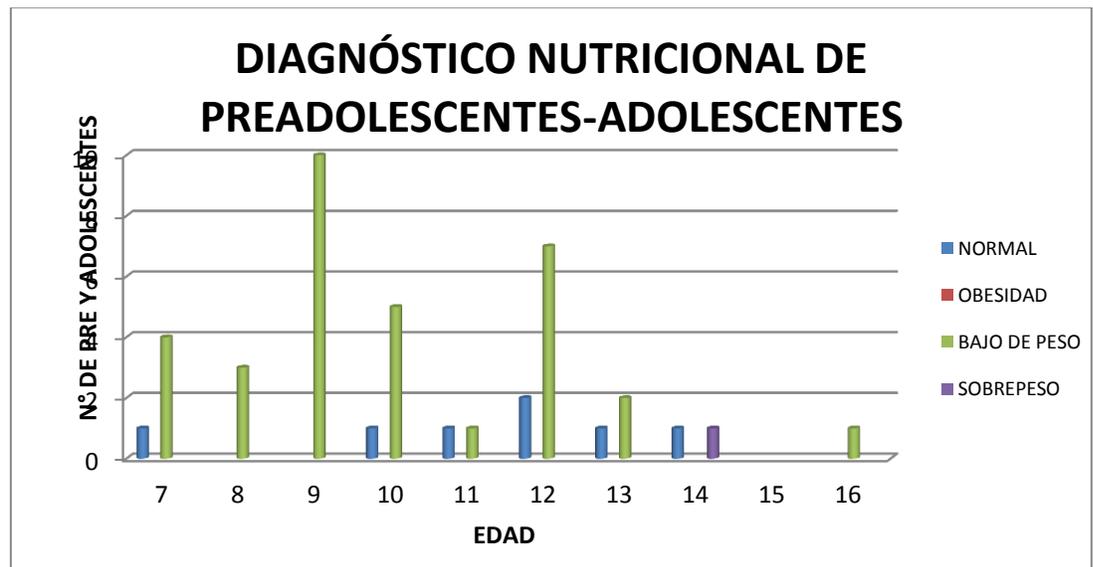


Gráfico 3. Representación gráfica del diagnóstico nutricional en pre-adolescentes y adolescentes.

Fuente: Pérez, 2014

- La población mayor registra un peso normal siendo estable en toda la muestra, aunque algunas personas tienden a sufrir de sobrepeso y obesidad (ver tabla 22 y gráfico 4).

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DE ADULTOS			
Edad	Normal	Sobrepeso	Obesidad I
20	1		
24	1		
28	1		
32	1		
33		1	
35	1		
42	1		
45	1		
48	1		
51			1
70		1	
Total	8	2	1

Tabla 22. Representación tabular del diagnóstico nutricional para adultos.
Fuente: Pérez, 2014

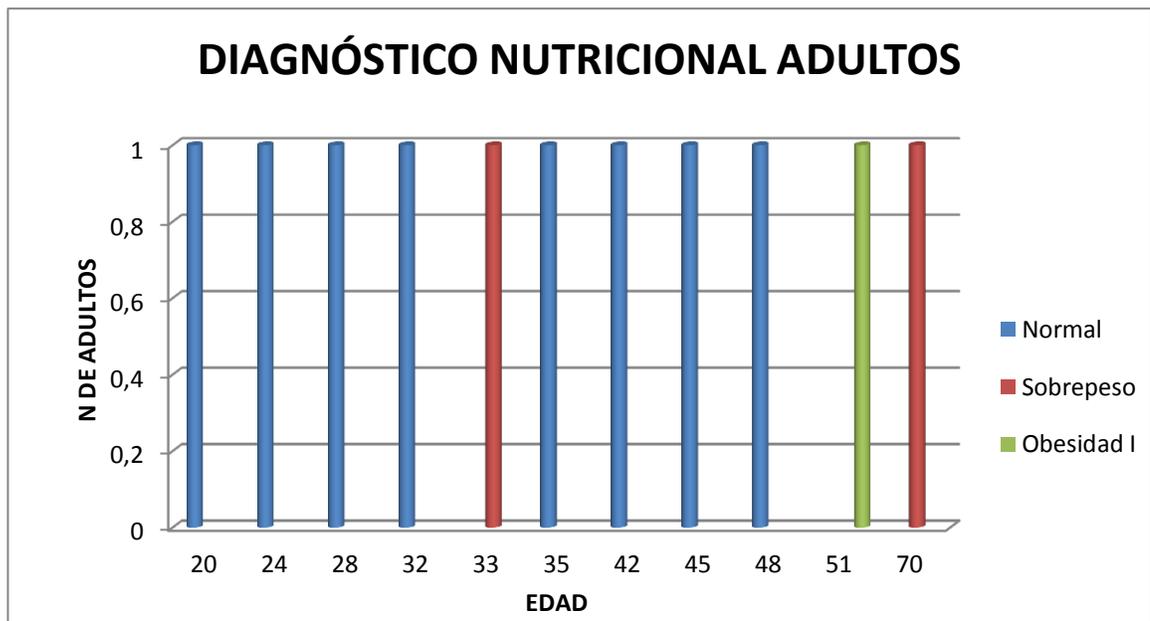


Gráfico 4. Representación gráfica del diagnóstico nutricional adultos.

Fuente: Pérez, 2014

Por otra parte el diagnóstico arrojó diversas enfermedades presentadas en el apéndice B como marasmo, kwashiorkor, escabiosis, xeroderma, dermatitis, delgadez y patología periodontal, siendo vulnerables la población infantil y juvenil debido a las carentes condiciones básicas de saneamiento, protección y seguridad alimentaria (ver figura 115).



Figura 115. A. Niña con delgadez (Facies marasmática) B. Niños con kwashiorkor C. Niños con xeroderma y dermatitis.

Fuente: Pérez, 2014

3.2.1 Análisis de resultados para diagnóstico nutricional

- La población infantil comprende parámetros normales en su peso, talla e índice de masa corporal. Sin embargo, se observa que la población entre los 2 y 3 años presenta una tendencia hacia el sobrepeso y la obesidad, esta se extrapola a los pacientes de 6 años que en un 50% sufren de desnutrición global.

- La población juvenil comprendida entre los 7 y 13 años registra un índice de masa corporal menor a 18 kg/m^2 , evidenciando un déficit de peso en su relación peso-talla.
- La población adulta presentó una buena relación talla-peso, por consiguiente tiende a un peso normal.

3.3 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Uno de los objetivos iniciales al momento de realizar las huertas era la recolección de aguas lluvias pero debido a las bajas precipitaciones presentadas en la zona y la poca disposición del agua potable en el sitio, se decide analizar las aguas residuales de un punto específico teniendo en cuenta que las personas que habitan esta parte del barrio no cuentan con servicio de agua potable, por ello estas personas se ven obligadas a reutilizar las aguas negras como fuente de suministro para sus necesidades básicas, de lo cual se derivan enfermedades como diarrea, fiebre tifoidea, cólera, hepatitis, shigella y dermatitis debido a la presencia de desechos humanos, animales o químicos. Adicionalmente algunas de estas enfermedades causan desnutrición siendo la población infantil y juvenil la más afectada por la escasez de agua.

Se realizaron estudios de calidad de agua a muestras recolectadas sobre el punto de vertimiento de aguas residuales disponibles con el fin de determinar si cumplen los parámetros físico-químicos para vertimiento, uso agrícola y/o potable.

A continuación se muestran los datos que han sido obtenidos a través de los últimos tres meses, con el objetivo de identificar los parámetros físico-químicos de las muestras, de acuerdo con los siguientes ensayos:

- **Olor y color:** Las muestras conservaron un olor putrefacto característico de aguas negras, también un color oscuro turbio el cual no se pudo medir por colorimetría óptico-visual ya que no se encontraba en los patrones de platino-cobalto simulados según Hazen (ver tabla 23).

Muestra	Descripción de la muestra
Agosto 29- 2014	Color amarillo, muy turbio, olor residual muy fuerte.
Agosto 31-2014	Color negro, muy turbio, olor residual fuerte
Septiembre 14 2014	Color gris, olor desagradable, turbiedad alta
Septiembre 21 2014	Color negro y olor residual muy fuerte.
Septiembre 28 2014	Color negro y olor residual muy fuerte.
Octubre 04 2014	Color azul verdoso y olor residual muy fuerte.
Octubre 10 2014	Color amarillo y olor residual muy fuerte.

Tabla 23. Parámetro de olor y color.
Fuente: Pérez, 2014

- **Turbidez:** Las muestras presentan una turbidez de 90 a 600 UNT valor bastante alto causado principalmente por sólidos en suspensión. (ver tabla 24).

Fecha muestra	Turbidez (UNT)
03/08/2014	190
14/08/2014	200
31/08/2014	150
14/09/2014	200
21/09/2014	390
28/09/2014	200
05/10/2014	260
26/10/2014	600

Tabla 24. Parámetro de Turbidez.
Fuente: Pérez, 2014

- **Temperatura:** De las muestras analizadas se obtuvieron valores de temperatura entre 9.7 y 18.3 °C. Aunque la temperatura es un parámetro físico de suma importancia para los ecosistemas acuáticos, no es un factor que determina la calidad del agua (ver tabla 25).

Fecha muestra	Temperatura (°C)
03/08/2014	16,09
14/08/2014	14,4
31/08/2014	16,4
14/09/2014	18,4
21/09/2014	9,8
28/09/2014	15,6
05/10/2014	18,3
26/10/2014	9,7

Tabla 25. Parámetro de Temperatura.
Fuente: Pérez, 2014

- **pH:** Estas muestras presentaron valores de pH de 5.5 a 7.33 unidades. Un pH menor de 5.0 indica *acidez* en el agua, mientras que por encima de 6.0 se tienen condiciones *básicas* en el agua, es decir, es *alcalina* (ver tabla 26).

Fecha muestra	pH
03/08/2014	6,09
14/08/2014	5,5
31/08/2014	6,93
14/09/2014	5,67
21/09/2014	6,95
28/09/2014	6,05
05/10/2014	7,33
26/10/2014	7,13

Tabla 26 Parámetro de pH.
Fuente: Pérez, 2014

- **Conductividad:** El patrón de conductividad presentó valores entre 0.27 a 2.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ teniendo un cantidad de sólido o sales disueltas en un bajo rango (ver tabla 27).

Fecha muestra	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
03/08/2014	0,27
14/08/2014	0,75
31/08/2014	1,87
14/09/2014	0,46
21/09/2014	2,1
28/09/2014	0,74
05/10/2014	1,39
26/10/2014	1,23

Tabla 27. Parámetro de conductividad.
Fuente: Pérez, 2014

- **Hierros Totales:** Las muestras estudiadas presentaron un rango de 0 a 2.67 mg Fe/L teniendo poca presencia de hierro en el agua (ver tabla 28).

Fecha muestra	mg Fe/L
12/09/2014	2,42
21/09/2014	4,68
28/09/2014	0,91
05/10/2014	0,00
26/10/2014	2,67

Tabla 28. Parámetro de hierros totales.
Fuente: Pérez, 2014

- **Dureza:** La dureza total en el agua se encuentra entre 0.04 a 0.22 mg CaCO_3/L , lo cual indica un bajo contenido de iones alcalinotérreos (calcio y

magnesio). Esta fuente se puede caracterizar como de aguas blandas pues su valor es inferior a los 60 mg CaCO₃/L (ver tabla 29).

muestra	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)
03/08/2014	0,04
14/08/2014	0,07
31/08/2014	0,11
14/09/2014	0,08
21/09/2014	0,17
28/09/2014	0,07
05/10/2014	0,22
26/10/2014	0,10

Tabla 29. Parámetro de dureza.

Fuente: Pérez, 2014

- **Alcalinidad y Acidez:** Se determinó que las muestras presentan una alcalinidad entre 73.1 y 304.2 mg CaCO₃/L causada principalmente por los bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes en la muestra con el fin de neutralizar ácidos, mientras que una sola vez presentó acidez de 229 mg CaCO₃/L (ver tabla 30 y 31).

Fecha muestra	Alcalinidad Total (CaCO ₃ mg/L)
03/08/2014	73,1
14/08/2014	186,1
31/08/2014	532,3
21/09/2014	427,1
28/09/2014	191,4
05/10/2014	304,2
26/10/2014	299,7

Tabla 30. Parámetro de alcalinidad.

Fuente: Pérez, 2014

Fecha muestra	Acidez Total (mg/L)
14/09/2014	229,9

Tabla 31. Parámetro de acidez.
Fuente: Pérez, 2014

- **Cloruros:** La cantidad de cloruros presentes en el agua es de 30.15 a 280.8mg Cl⁻/L registrando estos valores como consecuencia de contaminantes domésticos, en particular de la orina del hombre y de los animales (ver tabla 32).

Fecha muestra	Cloruros (mg Cl ⁻ /L)
03/08/2014	30,15
14/08/2014	77,9
31/08/2014	151,35
14/09/2014	40,95
21/09/2014	280,8
28/09/2014	79,05
05/10/2014	128
26/10/2014	112,5

Tabla 32. Parámetro de cloruros.
Fuente: Pérez, 2014

- **Grasas y aceites:** Las muestras que se realizaron para grasas y aceites determinaron valores entre 51 y 18415 mg/L notando que el agua residual es de escasa solubilidad (la capacidad de disolverse de una determinada sustancia) y su tendencia a separarse de la fase acuosa (extracción líquido-líquido) ver tabla 33.

Fecha muestra	Grasas y aceites totales (mg/L)
03/08/2014	651,6
14/09/2014	51
21/09/2014	222,2
28/09/2014	203
05/10/2014	11204,5
26/10/2014	18415

Tabla 33. Parámetro de grasas y aceites totales.
Fuente: Pérez, 2014

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Con las muestras obtenidas en el ensayo de DQO se adquirieron valores de 192 a 4200 mg O₂/L, lo cual indica un altísimo nivel de contaminación del agua (ver tabla 34)

Fecha muestra	DQO (mg O ₂ /L)
03/08/2014	720
14/08/2014	192
21/09/2014	2456
28/09/2014	944
05/10/2014	520
05/10/2014	688
26/10/2014	4200
26/10/2014	3744

Tabla 34. Parámetro de DQO.
Fuente: Pérez, 2014

- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅):** Las muestras analizadas para demanda biológica de oxígeno presentaron valores de 883 y 1016 mg O₂/L, clasificada de *mala calidad* debido a que presentan un DBO mayor a 100 ppm que corresponde a desechos orgánicos contaminados (ver tabla 35).

Fecha muestra	DBO ₅ (mg O ₂ /L)	Promedio DBO ₅ (mg O ₂ /L)
14/09/2014	370	883
14/09/2014	1396	
21/09/2014	1100	1016
21/09/2014	932	
28/09/2014	1370	1009
28/09/2014	648	

Tabla 35. Parámetro de DBO₅.
Fuente: Pérez, 2014

- **Oxígeno Disuelto (OD):** Las muestras examinadas contienen oxígeno disuelto entre 0 y 0.22 mg O₂/L, valor muy bajo que indica alta contaminación del agua y bajas posibilidades de supervivencia para organismos acuáticos superiores (ver tabla 36).

Fecha muestra	mg O ₂ /L
28/09/2014	0
05/10/2014	0,22

Tabla 36. Parámetro de oxígeno disuelto.
Fuente: Pérez, 2014

- **Sulfatos:** La cantidad de sulfatos contenidos en las muestras de agua están en un rango entre 51.34 y 197.82 mg SO₄/L (ver tabla 37).

Fecha muestra	mg SO ₄ /L
29/08/2014	51,34
31/08/2014	152,54
14/09/2014	104,61
21/09/2014	197,82
28/09/2014	91,29
04/10/2014	157,87
10/10/2014	64,66

Tabla 37. Parámetro de sulfatos.
Fuente: Pérez, 2014

- **Nitratos:** Para las muestras estudiadas se contemplan valores de nitratos entre 4.5 y 1.1 mg NO₂ /L, los cuales representan un estándar adecuado diferentes usos del agua (ver tabla 38)

Fecha muestra	Nitratos (mg NO ₂ /L)
28/09/2014	4,5
05/10/2014	1,1

Tabla 38. Parámetro de nitratos.
Fuente: Pérez, 2014

- **Sólidos totales (STT):** La cantidad de material disuelto y suspendido en el agua comprende valores entre 773,33 y 980 mg/L e incluye tanto sólidos orgánicos como inorgánicos (ver tabla 39).

Fecha muestra	STT (mg/L)
14/08/2014	773,33
14/09/2014	980

Tabla 39. Parámetro de STT
Fuente: Pérez, 2014

- **Sólidos disueltos (SDT):** Estos sólidos comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros, y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua en un rango comprendiendo entre 460 y 553.30 mg/L, que presentan una solubilidad alta ocasionada por su origen residual y de escorrentía urbana, con apariencia y olor desagradable para el consumidor (ver tabla 40).

Fecha muestra	SDT(mg/L)
14/08/2014	553,30
14/09/2014	460

Tabla 40. Parámetro de SDT
Fuente: Pérez, 2014

- **Sólidos suspendidos (SST):** Los sólidos encontrados en el agua retenidos después de realizar la filtración del volumen de las muestras estuvieron entre 286.67 y 386.7 mg/L (ver tabla 41).

Fecha muestra	SST (mg/L)
14/08/2014	286,67
14/09/2014	386,7

Tabla 41. Parámetro de SST
Fuente: Pérez, 2014

- **Sólidos sedimentados (SS):** La recolección de material sedimentado en las muestras colocadas en el cono Imhoff presentan valores entre 1.5 a 22 mL/L (ver tabla 42).

Fecha muestra	SS (mL/L)	Fecha muestra	SS (mL/L)
03/08/2014	3,50	21/09/2014	11
14/08/2014	6,2	28/09/2014	1,5
03/09/2014	22	05/10/2014	15
14/09/2014	2,1	26/10/2014	9

Tabla 42. Parámetro de SS
Fuente: Pérez, 2014

- **Coliformes y e-coli:** Este parámetro no se pudo analizar debido a la cantidad de grasas y aceites presentes en las muestras, que obstruyeron las membranas para crecimiento y conteo de colonias.

3.3.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA CALIDAD DEL AGUA

En la tabla 43 se presentan los datos obtenidos para cada uno de los parámetros físico-químicos y se establece una comparación entre los decretos y normas nacionales aplicados a la calidad del agua. En términos generales la calidad de la fuente es *deficiente* ya que sus características físico-químicas presentan valores fuera de los rangos establecidos para uso agrícola, potable y vertimiento.

parámetros	Unidad	Agrícola		Potable		Residuales		Vertimiento aguas negras "El Recuerdo"		Observaciones
		Valor Admisible	Norma	Valor Admisible	Norma	Valor Admisible	Norma	Valor muestra	Nivel de calidad	
Turbiedad	UNT	Ausente en la norma		2	Decreto 2115 de 2007	10	Decreto 1594 de 1984	150 - 600	DEFICIENTE	
Temperatura	°C	Ausente en la norma		Ausente en la norma		40	Decreto 1594 de 1984	9,7 - 18,4	-	Solo se encontraron valores para agua potable
pH	unidades	4,5 - 9	Decreto 1594 de 1984	6,5 - 9	Decreto 2115 de 2007	5,0 - 9	Decreto 1594 de 1984	5,5 - 7,3	ACEPTABLE	
Conductividad	µs/cm	1500	resolución 1207 de 2014	1000	Decreto 2115 de 2007	2000	FAO tabla A2	0,27 - 2,1	ACEPTABLE	
Hierros totales	mg/L de Fe	5	Decreto 1594 de 1984	0,3	Decreto 2115 de 2007	0,5 - 25	FAO tabla A2	0 - 4,6	REGULAR	No para potable
Dureza	mg/L de CaCO3	Ausente en la norma		300	Decreto 2115 de 2007	Ausente en la norma		0,04 - 0,22	ACEPTABLE	

Cloruros	mg/L de cl-	136,5-141,8	norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes : recurso agua		Decreto 2115 de 2007	500	Decreto 1594 de 1984	30,15 - 280,8	REGULAR	
Grasas y Aceites	mg/L	1	FAO tabla 4,1	Ausente	FAO tabla 4,1	0,2 - 1	FAO tabla A2	51 - 18415	DEFICIENTE	
DQO	mg O ₂ /L	Ausente en la norma		150	FAO Sec 5,1	200 - 900	FAO tabla A2	720 - 4200	DEFICIENTE	
DBO5	mg O ₂ /L	2,0 - 5	FAO tabla 4.1	1,5	RAS tabla C2.1	50 - 350	FAO tabla A2	370 - 1396	DEFICIENTE	
Sulfatos	mg/L de SO ₄	400	FAO tabla 4.1	250	Decreto 2115 de 2007	200 - 400	FAO tabla A2	51,3 - 197,8	ACEPTABLE	
Alcalinidad	mg/L de CaCO ₃	Ausente en la norma		100	RAS tabla C2.2	Ausente en la norma		73,1 - 532,3	DEFICIENTE	
Acidez	mg/L de CaCO ₃	Ausente en la norma		50	RAS tabla C2.3	Ausente en la norma		229,9	DEFICIENTE	
Nitratos	mg/L de NO ₂	10	FAO tabla 4.1	10	Decreto 2115 de 2007	4	FAO tabla A2	1,1 - 4,5	ACEPTABLE	
SDT	mg/L	1000	FAO tabla 4.1	1000	FAO tabla 4.1	1200	FAO tabla A2	460 - 553	ACEPTABLE	
SST	mg/L	Ausente	FAO tabla 4.1	Ausente	FAO tabla 4.1	150	FAO tabla A2	286,7- 386,7	DEFICIENTE	
SS	mg/L			Ausente		1	FAO tabla A2	1,5 - 22	DEFICIENTE	
STT	mg/L	Ausente en la norma		<500	Decreto 475de 1998	Ausente	FAO tabla A2	773,3-980	DEFICIENTE	

OD	mg O2/L	>80%	FAO tabla 4.1	Ausente en la norma		80%	FAO tabla A2	0 - 0,22	DEFICIENTE	
Coliformes totales	NMP 100/ml	1000	FAO tabla 4.1	1000	FAO tabla 4.1	2000	FAO tabla A2	No se determino		No se obtiene por gran cantidad de grasas y aceites presentes en el agua
Coliformes Fecales	NMP 100/ml	1000	FAO tabla 4.1	400	FAO tabla 4.1	500	FAO tabla A2	No se determino		No se obtiene por gran cantidad de grasas y aceites presentes en el agua

Tabla 43. Parámetros de calidad del agua del El Recuerdo para uso agrícola, potable y residual.
Fuente: Pérez, 2014

De acuerdo con la norma RAS 2000, la calidad del agua se califica como “*muy deficiente*” debido a que no cumple con los parámetros mínimos de análisis físico-químicos. Por lo cual no se recomienda utilizar este efluente para ningún uso pues existen otras alternativas. Sin embargo, se podría considerar tratar el agua a través de una PTAR de bajo costo con el fin de dejar el agua en condiciones aptas para que su vertimiento final no contamine otros ríos cercanos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La recuperación de los suelos con ayuda de procesos de lombricultura y compostaje en los diferentes terrenos presentó un desempeño óptimo, que se evidencia en la producción agrícola de las huertas II y IV.
- En cuanto a la huerta I su producción fue mínima debido a los daños que causaron algunos semovientes que atravesaron el cerramiento. Sin embargo se obtuvieron alimentos como la arveja y el tomate usadas como comida y el alpiste como semilla medicinal para bajar los índices de colesterol de la población adulta.
- Por otra parte la huerta III se dejó instalada, aunque su proceso de siembra no se efectuó debido a inconvenientes de salud presentados por la voluntaria de la comunidad. Se recomienda retomar el plan de siembra tan pronto como la voluntaria propietaria de la huerta presente mejoría. La supervisión de este proceso estará a cargo de TECHO.org y el hospital de Vista Hermosa.
- Respecto a la huerta III la mayoría de alimentos son vendidos a supermercados cercanos al barrio y restaurantes que usan vegetales para sus preparaciones. Estos productos se venden bien debido a que se trata de cultivos orgánicos que no contienen ningún pesticida y generan ingresos económicos para esta familia.
- Se reusaron materiales como las botellas PET implementados como camas en las huertas III y IV ayudando no sólo a la siembra directa e indirecta sino al manejo de los residuos sólidos para uso agrícola.
- Se recomienda el uso de semillas certificadas, que cumpla con los estándares de calidad para la siembra.

- Para mejorar el cerramiento de las huertas y con el fin de plantar cercas vivas, se compraron semillas de Eugenia que fueron dejadas en semillero para ser trasplantadas en un período de 3 meses.
- Inicialmente la lombriz no era la recomendada para la producción de humus, sin embargo dio producción a partir del quinto mes. Por otra parte se motivó a la comunidad para recolectar desperdicios orgánicos que facilitaron el compostaje y la lombricultura, a la vez que se evitó que estos desechos hicieran parte de la basura.
- A partir de la producción de lombricultura establecida en uno de los terrenos, se sugiere la implementación de una microempresa de humus, que se facilitaría a través de capacitaciones por parte del departamento de emprendimiento de proyectos de TECHO Org y la Universidad Militar por medio de la compra de tierra fértil para efectuar más planes de habilitación social relacionados con la recuperación de suelos. Esto podría fomentarse mediante PICs (proyectos de iniciación científica) o a través de proyectos de emprendimiento y/o investigación.
- Cabe señalar que al instalar el depósito de agua en la huerta II, se aseguró el riego para la huerta y se mejoraron las condiciones de salubridad en la familia. No obstante, el servicio sigue siendo intermitente debido a que el punto de conexión realizado en la vereda de Quiba fue eliminado por parte del dueño del terreno, ya que se presentaron irregularidades con otros habitantes del barrio que hacían reventa y desperdicio de este recurso. Es por ello que el llenado del tanque se efectúa dos veces en la semana por un camión cisterna aunque no se garantiza la calidad del agua.
- De acuerdo con el diagnóstico realizado en el barrio *El Recuerdo* se concluye que la población infantil presenta un parámetro nutricional dentro del límite normal, aunque cabe destacar que las población entre los 2 y 3 años se inclinan hacia el sobrepeso y la obesidad, mientras que el 50% de

la población de 6 años padece desnutrición global. De igual forma la población pre-adolescente y adolescente es la más vulnerable a sufrir desnutrición, dado a que optan por entregar sus alimentos a la población infatil que se encuentra en su núcleo familiar, esto para que adquieran más defensas en su desarrollo motriz. Además la población adulta presentó un diagnóstico normal aunque se debería hacer un estudio más profundo para determinarlo pues la muestra evaluada no es significativa.

- En cuanto las enfermedades más comunes dentro de la población infantil, pre-adolescente y adolescente se encuentran las siguientes: marasmo, kwashiorkor, escabiosis, xeroderma, dermatitis, delgadez y patología periodontal, siendo resultado de las condiciones críticas del agua, agentes ambientes y el poco acceso de alimentos saludables que no permiten un desarrollo de crecimiento y motricidad, por lo que se recomienda realizar campañas de salud y generar más planes de huertas comunitarias que ayuden a suplir las necesidades básica de la canasta familiar.
- Con respecto a las condiciones del agua estudiada con fines de uso potable, agrícola y vertimiento, se concluye que la calidad del agua es *deficiente* debido a que presenta en su mayoría de parámetros físico-químicos rangos no admisibles, por lo que no es apta para ninguna de los usos establecidos anteriormente. Además la realización de una PTAR es de un alto costo por lo que el agua solo sería vertida nuevamente a los afluentes cercanos.
- Al terminar de realizar todos los ensayos para la calidad del agua, no se pudo encontrar coliformes fecales ni totales debido a que el agua presentaba una gran cantidad de grasas y aceites que obstruyen las membranas y no permiten el crecimiento de los coliformes. Aunque su presencia es evidente por el olor del agua y la presencia de heces fecales.

- Se aconseja hacer estudios pertinentes acerca de la zona, su drenaje, el manejo del suelo y las posibilidades de implementar nuevos planes que mejoren las expectativas de vida de los pobladores. Así mismo buscar su capacitación para generar microempresas que les permitan un ingreso económico y mejoren la calidad de vida de las familias.
- La participación de diferentes entidades en la realización de proyectos sociales en el barrio permite integrar diferentes enfoques con referencia al desarrollo social sostenible de la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(2011, 03). Manual abastecimiento agua potable por gravedad con tratamiento. Recuperado de [http://www. Manual-Abastecimiento-Agua-Potable-Por-Gravedad/1792343.html](http://www.Manual-Abastecimiento-Agua-Potable-Por-Gravedad/1792343.html)

(2015, 01) Propiedades físicas, químicas y biológicas. maloka.org, Recuperado de <http://www.maloka.org/suelos/fisicas.html>

(2015, 01) Zonificación de ecosistemas. ceachile.cl. recuperado de <http://www.ceachile.cl/manejoecosistemas/zonificacion.htm>

AMIGOS DE LA TIERRA. (2014, 12). Ventajas del compostaje. Recuperado de http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/Informe_compost_web_con_tabla_buena-1.pdf.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. (1984). Decreto 1594 de 1984. Bogota: Alcaldía Mayor de Bogotá.

------. (2004). Recorriendo Ciudad Bolívar. Diagnostico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá D.C. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

------. (2009). Conociendo la localidad de Ciudad Bolívar. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

-----.. (2009). Agenda ambiental de la localidad 19 Ciudad Bolívar. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ & UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. (nd). Agricultura Urbana. Bogotá.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. (2010). Por el cual se adopta la microzonificación sísmica de Bogotá D.C. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

------. (2010). Zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo-resistente de edificaciones. Volumen final informe 1. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

------. (2011). 21 Monografías de las localidades Distrito capital. Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos, Localidad # 19 Ciudad Bolívar. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

----- (2011). Diagnostico localidad de Ciudad Bolívar sector Habidad. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

APHA AWWA- AWWA CF. (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Madrid: Díaz de Santos.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. (nd). Manual de construcción, evaluación y rehabilitación de sismo resistentes de viviendas de mampostería. nd: nd.

BAÑON, L., & BEVIA, J. (2000). Clasificación de suelos. En Ortiz e Hijos (Ed), Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento (pp. 20 - 28).

BERRY. P., & REID. D. (1993). Mecanica de suelos. Bogota: McGraw-Hill.

CABEDA, M. (1984). Degradación física y erosión. En: I Simposio de manejo de plantación directa al suelo de Brasil y III Simposio de conservación de suelos de plantación. Passo Fundo, RS, 1983, Anais.

CANIGGIA, L. (2013). Reciclá el agua de la lluvia. OHLALÁ (nd).

Castañeda, F (Ed) INCAP (1997). Manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin usar tierra. Guatemala.

CATALÁN, J. (1990). Química del agua. Madrid: Bellisco.

CERVANTES Paulina y GALINDO Darío (2012). ¿Cómo hacer composta casera? País: Sur de Jalisco, videoclip de youtube, consultado el día 4 de octubre de 2013, en: <http://www.youtube.com/watch?v=KsNYCb8nxqU>.

FAO. (2015). Propiedades del suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-biologicas/es/>

FAO. (1999). [fao.org. Bolivia. Recuperado de http://www.fao.org/docrep/009/ah645s/AH645S04.htm](http://www.fao.org/docrep/009/ah645s/AH645S04.htm)

FAO. (2014). Manual técnico para la implementación de huertas periurbanas. Paraguay: FAO y ORALC.

FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina. Chile: FAO.

GONZALO, 2012 Lombricultura País: Chile, videoclip de youtube, consultado el día 4 de octubre de 2013, en: <http://www.youtube.com/watch?v=aaW-jPBhyt4>.

GUERRA. J. (2014, 12). Utilización de parámetros antropométricos para el diagnóstico nutricional en niños. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos91/utilizacion-parametros-antropometricos-diagnostico-nutricional-ninos/utilizacion-parametros-antropometricos-diagnostico-nutricional-ninos.shtml#ixzz3Ox9vufcn>.

HERRERA, A., & MADRID, G. (nd). Manual de construcción de mampostería de concreto.nd: nd.

IDEAM. & DAMA (2003). Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas.

IRVEEN. (2010). Taludes. Recuperado de <http://es.slideshare.net/lrveen/taludes>.

IZQUIERDO. J(Ed). (2003) ¿Qué es la hidroponía?. Chile: Editorial FAO.

JUAN URIBE. (2011). Taller de mampostería. Recuperado de <http://es.slideshare.net/juanu/taller-mamposteria-lch>.

JUÁREZ. E. (2005). Mecánica de suelos tomo 1 fundamentos de la mecánica de suelos. México: Limosa.

LLOBREGAT, C (Ed). (2006).Biblioteca de la agricultura tomo 3 Horticultura cultivo en invernadero. Barcelona: Editorial IDEA BOOKS.

LONDOÑO, A., & GIRALDO, G., & GUTIÉRREZ. A. (2010). Características físicas-organo-lépticas. Manizales: Sello editorial Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

MARÍN, R. (1999). Físicoquímicas de aguas. (pp. 488) Madrid: Díaz de Santos.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000. Bogotá: Ministerio de Desarrollo Económico.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO. (2007). Resolución número 2115. Colombia: Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2012). Orientaciones metodológicas para la formulación de metas en agua y saneamiento básico. Bogotá: Imprenta nacional de Colombia.

NAVARRO, H., & ZEBROWSKI. C. & Pérez. Ma. (1997). Productividad agrícola y condiciones socioeconómicas de producción en la región de Hueyotlipan. (pp. 295-306). Tlaxcala, México: *nd*.

ORELLANA, J. (2005). Características del agua potable. (pp. 1 - 7). Argentina: Sello editorial UTN-FRRO.

OMS. (2014, 12). Enfermedades por Malnutrición. Recuperado de http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/child/malnutrition/es/.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, (nd). disaster-info.net. nd. Recuperado de <http://www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/05tanal.htm>.

PALOMINO. (Ed).(2009).Riego por bombeo y drenaje. Lima: Editorial Macros,S.A.C.

PÉREZ. F., & URREA. Mario. (2011). Abastecimiento de aguas Tema 4 características fisicoquímicas del agua. Cartagena: Eicm.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. (1998). Decreto 475 de 1998. Colombia: Presidencia de la Republica de Colombia.

RIMACHE, M (2011). Biohuertos, agricultura ecológica. Bogotá: Ediciones de la U.

RODIER, J. (1989). Análisis de las aguas: aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar. Barcelona: Omega.

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN DE BOGOTÁ. (2015, 01). Plan de ordenamiento territorial.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (nd). Norma calidad del agua y control de descargas AG-CC-01. Recuperado de <http://faolex.fao.org/docs/pdf/dom60779.pdf>.

SENASICA, 2012 Buenas prácticas para la elaboración de la composta País: México, videoclip de youtube, consultado el día 4 de octubre de 2013, en: <http://www.youtube.com/watch?v=cUnc8Rvaxe4>

TECHO (2013). Conoce Qué es TECHO. Bogotá: página web consultada el día 4 de octubre en: <http://www.techo.org/colombia/techo/que-es-techo/>

TERRAZCULTOR José Manuel, 2013. Cómo reciclar la basura y convertirla en COMPOST, abono ecológico. País: España, videoclip de youtube, consultado el día 4 de octubre de 2013, en: <http://www.youtube.com/watch?v=bOui1GrTtro>.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, (nd). Tecnología de la construcción. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/leccion_10_instalaciones_domiciliarias.html.

VILLALAZ. C. (2004). Mecanica de suelos y cimentaciones. Mexico: Limusa.

WISCHMEIER, W., & SMITH. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC.

ANEXO A - BARRIOS DE LA UPZ 68 EL TESORO.

UPZ	Nombre de la UPZ	Número de Barrio	Nombre del Barrio	Superficie (Ha)	Cantidad
68	El Tesoro	4980	El Divino Niño	19,11	60
		4981	Portón Llanero	0,72	
		4982	Urbanización Torreli	0,2	
		4983	Predio Móvil	1,15	
		4984	Ocho de Diciembre	2,52	
		4985	Desarrollo La Cumbre (Recuerdo Sur)	5,92	
		4986	Florida Sur Alto	1,59	
		4987	Desarrollo Urbanístico Joya Centro Educativo	1,57	
		4988	Barrio Quiba	0,68	
		4989	Barrio EL Tesoro	1,77	
		4990	Hacienda Las Manas	12,8	
		4991	Urbanización El Limonar	1,21	
		4992	Parque La Joya	2,62	
		4993	Barrio El Minuto de María	0,89	
		4994	La Arabía	1,34	
		4995	El Tesorito	8,88	
		4996	La Esperanza	1,95	
		4997	Desarrollo San Joaquín Del Vaticano	5,25	
		4998	Los Duques	1,89	
		4999	El Recuerdo Sur	5,87	
		5000	Desarrollo Arabia	18,56	
		5001	San Rafael Sur	1,17	
		5002	Urbanización Los Urapanes Del Sur	1,16	
		5003	San Joaquín del Vaticano Sector Galpón	0,82	
		5004	Sotavento III y IV	0,5	
		5005	Desarrollo Sotavento II Sector	0,58	
		5006	Potreritos	1,61	
		5007	Sotavento III y IV	0,92	
		5008	Barrio Quiba	6,02	
		5009	Casa de Teja	6,43	
5010	Rincón Del Diamante	2,95			
5011	Desarrollo Parcelación Bogotá	2,52			

5012	Desarrollo Cedritos Del Sur III Sector	1,32
5013	Cedritos Sur	3,04
5014	Ceditros Del Sur II	1,4
5015	DeDesarrollo Bogotá Sur- La Esperanza	1,49
5016	Desarrollo República De Venezuela	2
5017	Buenos Aires III Sector	1,55
5018	Barrio Monterrey	5,18
5019	Urbanización Torreli	0,41
5020	Urbanización Acapulco	5,55
5021	La Perla	0,39
5022	Villas de San Joaquín	1,42
5023	Desarrollo El Tesoro	18,65
5024	Desarrollo Reflejo II	0,88
5025	Buenos Aires	4,61
5026	Urbanización Buenavista	2,21
5027	Villa Diana López	2,05
5028	Predio EL Trigal	3,27
5029	Barrio Casa De Teja	8,52
5030	Desarrollo Bogotá Sector Tequendama	1,43
5031	El Consuelo	1,76
5032	Desarrollo Bogotá Sur- La Esperanza	2,7
5033	Minuto De María	4,96
5034	Mirador San Marcos	2,56
5035	San Joaquín del Vaticano Sector Vergel	1,66
5036	Buenos Aires II	3,65
5037	Cerros Del Sur	2,84
5038	Urbanización Cerros Del Sur	1,11
5039	Sotavento	3,5

Tabla 44. Número de los barrios de la UPZ 68 El Tesoro.
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014

APENDICES

Apéndice A

A.1. Compromisos de trabajo con la comunidad.

COMPROMISO

Yo _____ con número de documento _____ expedido en _____ me comprometo al proyecto que se genera con la organización TECHO en el campo Ambiental. El cual se efectuará todos los Domingos en el Barrio Recuerdo.

Siendo consiente de que, todas las actividades realizadas serán desarrolladas de manera responsable, trabajo en equipo y adquisición de nuevos logros para las personas que están en la comunidad.

De acuerdo a las reglas estipulas para la realización de las item del plan ambiental se tiene lo siguiente:

1. Las personas que se encuentran realizando el Plan Ambiental, deben estar a las 9:30 am en las actividades según el cronograma o el día encargado para su realización.
2. Asistir a las capacitaciones realizadas en los días estipulados.
3. El cumplimiento de las actividades se llevará con asistencia, esto con el fin de obtener más compromiso con el proyecto.
4. Las huertas y/o otros programas realizadas se repartirán equitativamente con las personas que desarrollen el Plan Ambiental. Siendo esto, relacionado con la cantidad de horas cumplidas en el plan y del cual se firmará cada domingo en la asistencia.
5. Si en dado caso, la persona que está en el Plan Ambiental no pueda asistir, deberá avisar con anticipación y se le otorgará un día en la semana que podrá tomar de libre elección. Con el fin, que la participación sea integra.
6. Cualquier abentualidad será comunicada de manera verbal a la coordinadora del Plan Ambiental, quién atenderá de la mejor forma las dudas acerca.
7. El presupuesto será desarrollado 50% la comunidad y el otro 50% le corresponderá a la organización TECHO.
8. El pertenecer al plan ambiental y alimentario **NO** involucra los procesos de detección y asignación de vivienda que se generen en el barrio. Por lo que no generan puntos adicionales para obtener una casa de la organización.

FIRMA

Apéndice B

B.1 Especificaciones por persona del Diagnostico Nutricional.

n°	Nombre	Apellidos	Edad	Peso	Talla	I.D.M.C	Relación peso-talla	Peso para la edad	Longitud para la edad	I.D.M.C para la edad	Diagnóstico	Observaciones
			(A/M)	(kg)	(cm)	(kg/m ²)						
1	Jhon Jairo	Aguja Timote	2	17	102	16,3	0,93	3,1	5,03	0,44	Normal	
2	Olga Lucia	Díaz	2	15	81	22,9	4,06	2,22	-1,42	4,3	Obesidad	Kwashiorkor
3	Alexander	Ducuara	2	14	84	19,8	2,55	1,39	-0,98	2,73	Sobrepeso	Sin vacunar
4	Xiomara	Cárdenas	2	15	94	17	1,18	2,22	2,67	1,08	Sobrepeso	Escabiosis
5	Miguel Ángel	Martínez	2	16	98	16,7	1,08	2,56	3,69	0,68	Normal	
6	Danna Giselle	Estrada Salazar	3	13	93	15	-0,18	-0,39	-0,55	-0,12	Normal	
7	Karen Lizeth	Aguja Timote	3	15	88	19,4	2,43	0,71	-1,88	2,68	Obesidad	
8	Domatil	S/A	3	15	97	15,9	0,52	0,47	0,24	0,43	Normal	
9	Jean Carlos	Diaz	3	15	91	18,1	1,78	0,47	-1,4	2,01	Normal	Enfermedad periodontal
10	Jefferson	Niso	3	16	93	18,5	2,12	1	-0,86	2,25	Sobrepeso	Kwashiorkor
11	Helen Julieth	Riveros Jurado	3	11	92	13	-1,9	-1,75	-0,82	-1,91	Desnutrición global	
12	Jireth Juliana	López Pineda	3	15	100	15	-0,02	0,71	1,31	-0,16	Normal	
13	Paula Gisel	Timote Ducuara	4	14	96	15,2	0,03	-0,94	-1,6	0,11	Normal	Emaciación
14	Leo	Montejo Contreras	4	17	103	16	0,7	0,39	-0,11	0,68	Normal	
15	Andrés	Timote Ducuara	5	17	97	18,1	1,86	-0,5	-2,7	1,89	Bajo peso	Xeroderma
16	Daniela	Cadoba Gómez	5	17	101	16,7	0,99	-0,41	-1,67	0,87	Normal	Pocas condiciones de higiene
17	María del Pilar	Aguilar Rojas	5	16	106	14,2	-0,74	-0,83	-0,61	-0,73	Normal	
18	Jasblydi Valentina	S/A	5	15	103	14,1	-0,8	-1,29	-1,25	-0,81	Normal	
19	Ellion David	López Pineda	5	17	109	14,3	-0,77	-0,5	-0,09	-0,71	Normal	
20	Angela Rocío	Valenzuela	5	18	111	14,6	-0,58	-0,02	0,45	-0,46	Normal	
21	Alexandra Ximena	Yaima Puñonla	6	24	119	16,9	0,84	1,77	1,87	1,14	Desnutrición global	
22	Mateo	Montejo Contreras	6	16	106	14,2	-0,68	-1,02	-1,01	-0,6	Normal	
23	Juliana	Marín	6	24	119	16,9	0,84	1,77	1,87	1,14	Desnutrición global	Enfermedad periodontal
24	Cristian	Gil López	6	20	118	14,4	-0,68	0,64	1,58	-0,52	Normal	

Tabla 45. Especificaciones por persona del Diagnostico Nutricional.
Fuente: Pérez, 2014

Apéndice C

C.1. Hierros Totales.

Patrones para curva de calibración		
ml de solución estándar	mg Fe	unidades de absorbancia U.Abs
0	0	0
1	0,05	0,08
2	0,1	0,16
4	0,2	0,43
6	0,3	0,59
8	0,4	0,64
9	0,45	0,68

Tabla 46. Patrones para curva de calibración de hierros totales.
Fuente: Pérez, 2014

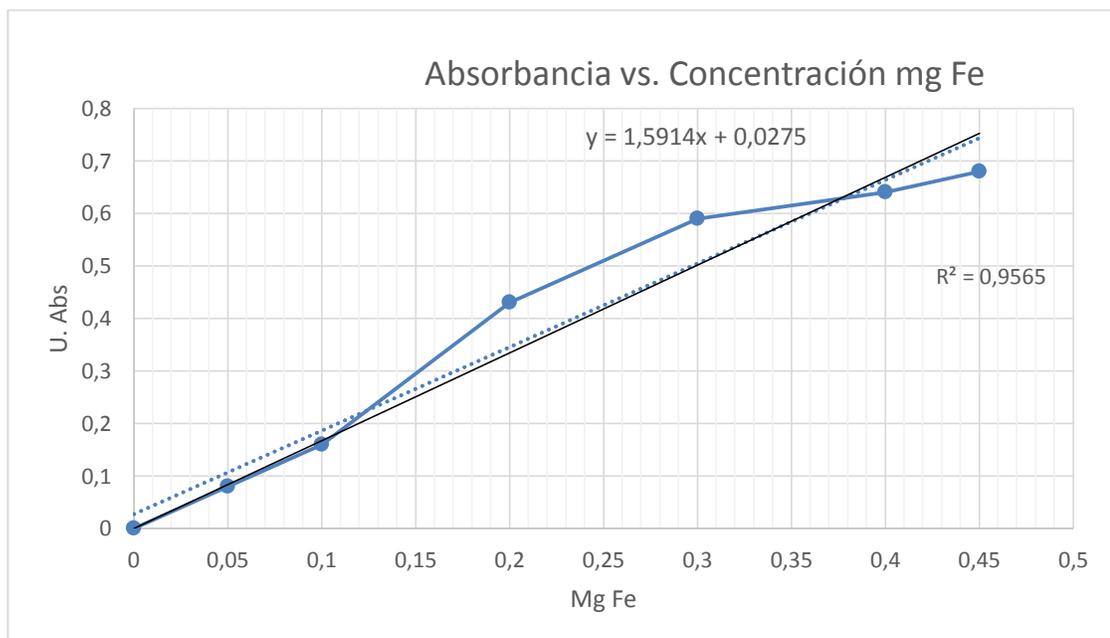


Gráfico 5. Curva de calibración de hierros totales.

Fuente: Pérez, 2014

C.2. Sulfatos.

unidades de absorbancia U.Abs	mg	mg/L de SO ₄
0,2	2,6	51,3
0,58	7,6	152,5
0,4	5,2	104,6
0,75	9,9	197,8
0,35	4,6	91,3
0,6	7,9	157,9
0,25	3,2	64,7

Tabla 47. Patrones para curva de calibración de Sulfatos.
Fuente: Pérez, 2014

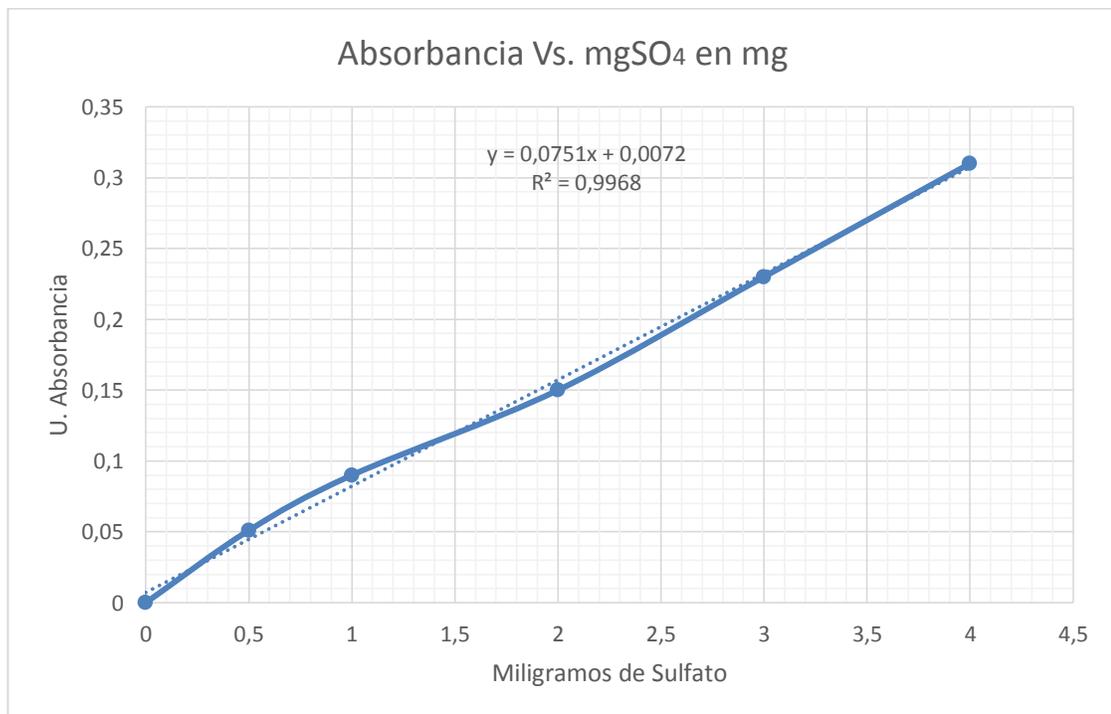


Gráfico 6. Curva de calibración de Sulfatos.
Fuente: Pérez, 2014

C.3. Multiparamétrico.

	MUESTRA A	MUESTRA B
Conductividad	2235 us/cm	742 us/cm
pH	6,54	6,14
Sólidos disueltos	1114 mg/L	371 mg/L
OD	0 mg/L	0,22 mg/L
NITRATOS	4,5 mg/L	1,1 mg/L
Salinidad	1,16 psu	0,37 psu

Tabla 48. Parámetros Multiparamétricos.
Fuente: Pérez, 2014