

ISSN: 2707- 4064



Universidad Autónoma
Juan Misael Saracho



IYARAKUAA

Dueño del Conocimiento

Vol. 2 N° 3 (Marzo 2021)
F.C.I.G.CH.

3.0

**Revista
Científica**



Revista Científica de la Facultad de
Ciencias Integradas de Gran Chaco

Comité Editorial

Ph.D. Omar Amilkar Choque Gonzales

Editor Revista Científica “IYARAKUAA – Dueño del conocimiento”
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
ocho@uajms.edu.bo

Ph.D. Eysin Neri Artunduaga

Director Revista Científica “IYARAKUAA – Dueño del conocimiento”
Facultad Ciencias Integradas del Gran Chaco
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

M. Sc. Sylvia Gomez Mamani

Revisión General
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

M. Sc. Guiver Calderon

Diseño y Diagramación
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Lady Diana Quiroz Benavides

Diseño y Diagramación
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO

ISSN 2707-4064

Nombre de la revista: IYARAKUAA (Dueño del Conocimiento)

Revista Facultativa de Divulgación Científica con **publicación semestral** en español.

Entidad:

Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco - UAJMS.

Medio de Publicación:

Versión Electrónica: <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/iyakuaa/issue/archive>

Autoridades UAJMS

M.Sc. Freddy Gonzalo Gandarillas Martínez
RECTOR UAJMS

M.Sc. Luis Ricardo Colpari Díaz
VICERRECTOR UAJMS

M.Sc. Jorge Luis Tejerina Oller
DIRECTOR DEL DICYT

Autoridades Facultativas

M.Sc. José Luis Ayala del Castillo
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS INTEGRADAS DEL GRAN CHACO

M.Sc. Luis Robert Farfán Sivila
VICEDECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS INTEGRADAS DEL GRAN CHACO

Edición

FACULTAD DE CIENCIAS INTEGRADAS DEL GRAN CHACO

Editor Responsable:

Omar Amilkar Choque Gonzales

Correo electrónico: ocho@uajms.edu.bo

FACULTAD DE CIENCIAS INTEGRADAS DEL GRAN CHACO

© Todos los derechos Reservados

Esta revista no podrá ser reproducida en forma alguna, total o parcialmente, sin la autorización de los editores.

El contenido de esta revista es responsabilidad de los autores.

Diseño y Diagramación: **M. Sc. Guiver Calderon.**

Lady Diana Quiroz Benavides

Publicación Semestral financiada por el proyecto "Fortalecimiento de la Difusión y Publicación de Revistas Científicas en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho"

Del Consejo Editorial...

La revista científica "IYARAKUAA" (Dueño del Conocimiento) 3.0 nació con la finalidad de servir como cauce para acercar, y en lo posible conectar, diversas disciplinas científicas, así como para divulgar y debatir los diversos temas que sean comunes o se puedan analizar desde distintas disciplinas o campos del saber. Se trata, por tanto, de cumplir con dos objetivos: La Investigación, y la Divulgación, en torno a una visión multidisciplinar del mundo de la ciencia y de la Ingeniería.

Probablemente los objetivos finales de esta revista, y la dosis de ilusión con la que se viene abordando, sean realmente desproporcionados, con lo modesta que la realidad pueda hacer una publicación como la que se presenta: en todo caso, los miembros del Consejo de Redacción de la revista y "esperemos que en el futuro muchas otras personas" estamos plenamente convencidos de que vale la pena disfrutar con este desafío.

Un primer y fundamental rasgo que deseamos destacar de la revista IYARAKUAA es su claro y marcado carácter participativo. La revista va a llegar hasta donde se propongan sus lectores, ya que el desarrollo de sus contenidos y sus secciones depende fundamentalmente del nivel de participación de los mismos, quienes, con la colaboración del Consejo de Redacción, han de ser los verdaderos protagonistas de futuras publicaciones.

Con la revista se desea, en definitiva, fomentar la creatividad, buscando nuevas ideas y elementos de reflexión o desarrollo dentro del terreno multidisciplinar, así como fomentar la reflexión y el debate en torno a las nuevas investigaciones; de lo señalado hasta ahora se puede apreciar, por tanto, que este número de la revista se mueve en una dimensión teórica, y de vanguardia de las ciencias de la Ingeniería, en el tratamiento de nuevos temas, como en una dimensión práctica, en el terreno del debate y la reflexión concretos, y más apegada a la realidad cotidiana, y en todo caso, y como denominador común, con un claro interés de la sociedad.

Sabido es que las ciencias relacionadas con el hombre son muy complejas y poco validables, pero parece evidente que pueden disponer de muy diversos conceptos y leyes que resulten comunes con las llamadas ciencias duras o ciencias de la naturaleza, como es LA APLICACIÓN DE LA INGENIERIA.

Queremos agradecer al Rector de la UAJMS, a los autores que desde muy numerosas disciplinas, vienen colaborando y enriqueciendo los contenidos de los distintos números de la revista. Por otra parte, quisiera agradecer el nivel de entusiasmo y apoyo recibido de los miembros del propio Consejo de Redacción de la revista, así como a las autoridades Facultativas, a la DICYT y agradecer la participación de docentes de la Universidad Nacional de Salta (Argentina) con sus importantes artículos científicos.

PRESENTACIÓN

DEL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
INTEGRADAS DEL GRAN CHACO



La Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, una Institución de Educación Superior a través de su dirección de Investigación y la Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco cumplen con su importante rol de generar conocimiento actualizado y adecuado, a través de la INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA pertinente para nuestra sociedad, como parte de sus funciones fundamentales.

El conocimiento debe ser actualizado constantemente y adecuado a las necesidades específicas de nuestra región y época, para luego ser transmitido a través de la DOCENCIA a nuestros profesionales y mediante la EXTENSIÓN UNIVERSITARIA difundido para luego ser aplicado por la sociedad en su conjunto.

Es así que con mucha alegría me toca presentar el quinto número de la revista científica facultativa “Iyarakuaa: Dueño del Conocimiento”, como una contribución de nuestra facultad a la generación de tecnología y sus aplicaciones de ingeniería relativas a la gestión integral de recursos naturales, con énfasis en los recursos hídricos y el saneamiento ambiental sostenible, en el Chaco Tarijeño.

“Tomar conciencia sobre nuestros recursos naturales, y aplicar la tecnología para su conservación y uso racional garantizarán la continuidad de los mismos para generaciones futuras”

M. Sc. José Luis Ayala del Castillo
DECANO - FCIGCH

PRESENTACIÓN

DOCENTE DE GRADO Y POSTGRADO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS INTEGRADAS DEL GRAN CHACO



Me complace en presentar el volumen 2, número 3 de la revista científica IYARAKUAA (Dueño del Conocimiento) que es un medio que brinda la posibilidad de contar con un medio de investigación y divulgación del conocimiento de la Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco

La revista científica se convierte en un documento de consulta para docentes, estudiantes y profesionales del área donde se puede encontrar la aplicación de la tecnología a la ingeniería, se abordan temas de vital importancia para mejorar el índice de desarrollo humano, el contenido del volumen 2, número 3 nos permite contar con información sobre actividades de gran importancia en nuestra región autónoma del Gran Chaco, como la cosecha de agua, reciclaje plástico, restauración ecológica y otros de gran importancia.

La tecnología nos permite desarrollar nuestras actividades con mayor rapidez y agilidad y de esta manera ser más eficientes y competitivos ya que, los inventos tecnológicos han mejorado significativamente la calidad de vida de las personas

Felicitaciones al consejo editorial, a todos los colegas docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco, instarles a seguir trabajando por nuestra Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

M. Sc. Jaime Julio Requena Herrera
DOCENTE DE GRADO Y POSTGRADO- UAJMS

ARTÍCULOS ORIGINALES

CONTENIDO

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS ORIGINALES

- 1 Identificación y estimación de captura de dióxido de carbono de las especies arbóreas de la comunidad Aguayrenda – Municipio Yacuiba
Abel Alfio Martinez Cruz 10
- 2 Gestión integral de los recursos hídricos (GIRT) tomando en cuenta la Gobernabilidad
Ph.D. Ing. Eysin Neri Artunduaga 19
- 3 Caracterización de Humedales en la Alta Cuenca del Rio Antuco, Como Base De Una Restauracion Ecológica.
Jerez, Matías Enrique, Ortega Lucrecia del Milagro, Cardozo, Ana Luz y Pereyra, Pablo 31
- 4 La Administración y Gestión de la documentación durante el desarrollo de sistemas de información. Caso: procesos de venta de productos y servicios de un centro de belleza.
Choque Gonzales Omar Amilkar, Alcoba Gutiérrez Javier Alejandro 38
- 5 Cosecha de agua mediante la construcción experimental de cosechadores, para determinar los volúmenes de agua que se pueden cosechar de la atmósfera en Carapari, Provincia Gran Chaco, Tarija.
Carolina Estefanie Leyton Romero Artunduaga Eysin Neri 56
- 6 Propuesta de reciclaje mecánico de envases Pet para la Ciudad de Yacuiba
Viviana Amparo Coa Turihuano Artunduaga Eysin Neri 65

IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS DE LA COMUNIDAD AGUAYRENDA – MUNICIPIO YACUIBA

IDENTIFICATION AND ESTIMATION OF CARBON DIOXIDE CAPTURE OF TREE SPECIES IN THE AGUAYRENDA COMMUNITY - MUNICIPALITY OF YACUIBA

Abel Alfio Martínez Cruz

1Diplomado en Gestión Integral de Cuencas, Profesor Adjunta Regular cátedra Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales.

Dirección de correspondencia: Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150 (4400) Salta- Argentina.

Correo electrónico: alfiomartinez11@gmail.com

Celular: (+549) 154534877

RESUMEN

En la Comunidad de Aguayrenda en su Área Boscosa perteneciente a la SERRANÍA AGUARAGUE, se realizó a través de la metodología de IBIF "Protocolo de Mediciones de Stock de Carbono en Bolivia" la identificación y estimación de la Captura de Dióxido de Carbono de las Especies arbóreas del lugar de estudio. De tal modo se registró 1795 árboles en una muestra de 6,07 ha, cuya cantidad estaba formado por 32 tipos de especies, la Biomasa que comprendía era de 935,92 tn y la cantidad de fijación de CO₂ es de 1715,86 tn.

Entre las especies registradas el Cebil es el de mayor abundancia, mientras que las especies comerciales tales como Cedro, Quina y Lapacho su existencia es baja. Como también en la fijación de CO₂ el Cebil es quien captura más debido a su cantidad. Y de todas las especies identificadas solo se encontró un Ceibo y Sotillo. El que menos fijaba CO₂ es tanto la especie Guayabilla y Arrayán debido a su baja cantidad. El lugar de estudio según sus características topográficas cierta parte presentaba elevaciones altas y otra parte bajas, del cual existía menor concentración de vegetación en los niveles altos en comparación con los bajos

PALABRAS CLAVES

Biomasa, Dióxido de Carbono, Especies arbóreas.

ABSTRACT

In the Aguayrenda Community in its Forest Area belonging to the SERRANÍA AGUARAGUE, the identification and estimation of the Carbon Dioxide Capture of the tree species of the study site was carried out through the IBIF methodology "Protocol of Carbon Stock Measurements in Bolivia". Thus 1795 trees were recorded in a sample of 6.07 ha, whose quantity was formed by 32 types of species, the biomass included was 935.92 tn and the amount of CO₂ fixation is 1715.86 tn.

Among the species recorded, Cebil is the most abundant, while commercial species such as Cedar, Quina and Lapacho have a low existence. As also in the fixa-

tion of CO₂ the Cebil is the one that captures more due to its quantity. And of all the species identified, only one Ceibo and Sotillo were found. The one that fixed less CO₂ is both the species Guayabilla and Arrayán due to its low quantity. The place of study according to its topographical characteristics a certain part presented high elevations and another low part, of which there was less concentration of vegetation in the high levels in comparison with the low ones.

KEY WORDS

Biomass, Carbon Dioxide, Tree Species.

1 INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Aguayrenda (1919,71 ha), cierta parte de ella (más de la mitad de su superficie) se encuentra ubicada en las faldas de la Serranía del Aguaragüe. Esta zona se ubica en el Departamento de Tarija, a una distancia de 21 km hacia el norte del Municipio de Yacuibá. Sus coordenadas son: 21° 51' 33,74" de latitud Sur y 63° 38' 16,36" longitud Oeste (Figura 1).

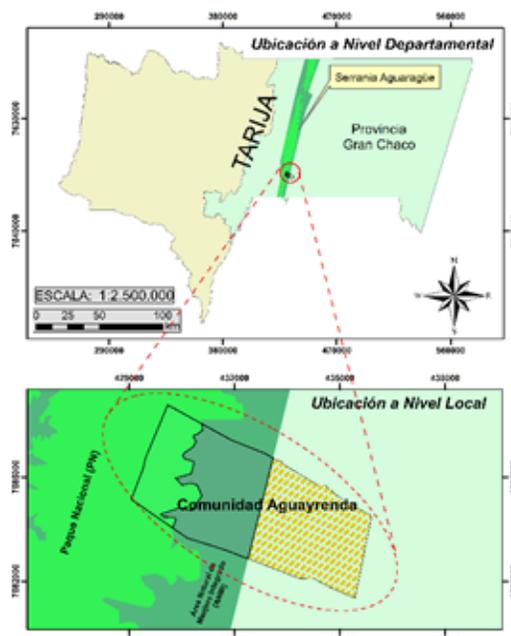


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Elaboración propia.

La zona de estudio del 100 %, el 55.85% es área boscosa y el 44,15% se encuentra conformada por predios, calles y terrenos para actividad agrícola. En el lugar habitan 400 habitantes, presenta un microclima entre húmedo y subhúmedo, la temperatura promedio media anual es de 21,3°C. (PDMOTS, 2014).

La superficie terrestre presenta suelos bien drenados y diferentes colores tanto en seco y húmedo. Posee cursos de drenaje de poco recorrido (figura 2) (PDMOTS, 2014).

Sus precipitaciones pluviales de la zona, presenta un seco de Mayo a Octubre sin lluvias y de noviembre a marzo la precipitación es de poca intensidad, corta duración y poca humedad. La precipitación media anual llega a un valor de 1171 mm. (PDMOTS, 2014).

Como cierta fracción de la Comunidad se encuentra dentro del AGUARAGÜE (PN/ANMI), es rica tanto en flora y fauna. Entre sus especies arbóreas más conocidas son: Cebil, Palo Santo, Cedrón, Quebracho, etc. Mientras en Fauna existe las siguientes especies: Corzuela, Quirquincho, Zorro, Loro, Charata, Tucán, etc. (PDMOTS, 2014).

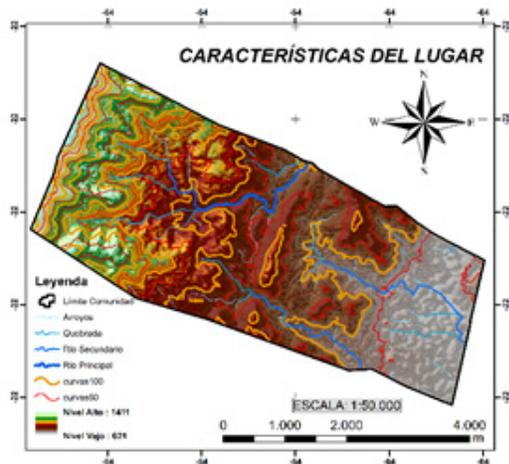


Figura 2. Curvas, elevaciones, ríos. Elaboración propia.

El ciclo de Carbono consiste básicamente en la fijación del Carbono atmosférico por la fotosíntesis de las plantas y su liberación por la respiración de las mismas. Muñoz (2005), (Figura3).

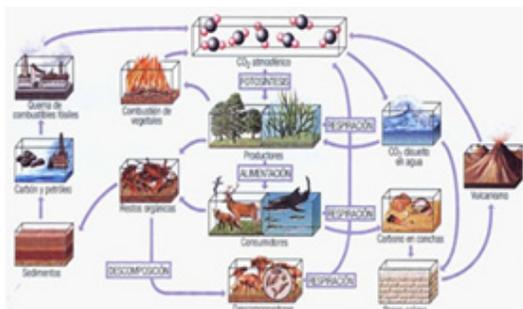


Figura 3. Ciclo del Carbono. Adoptado de Pedrinaci y Gil, 2003

La fijación de Dióxido de Carbono es un proceso que resulta de la fotosíntesis elaborada por las plantas, mediante el cual el Dióxido de Carbono es absorbido y transformado en material orgánico o biomasa.

La Biomasa aérea es aquel peso seco del material vegetal de los arboles con diámetro altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm, que incluye al fuste, ramas y hojas. Para determinar la biomasa, existen diferentes métodos. Para la investigación se utilizó el método de volumen por densidad básica de la madera.

El factor de expansión de la biomasa, son coeficientes técnicos, que representan a las ramas y follajes, El valor utilizado (recomendado por varios autores) para el estudio realizado es 1,6.

1.1 Objetivos Específicos

- Determinar la zona a estudiar y estimar la población y muestra.
- Delimitar parcelas, para identificar, medir (altura y diámetro) y cuantificar las especies arbóreas.
- Calcular la biomasa y CO2 fijado por especie

1.2 Objetivo General

Identificar y estimar la captura de CO2 de las especies arbóreas de la comunidad Aguayrenda – PN / ANMI

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó los siguientes materiales para la elaboración del presente estudio.

- Información Geográfica (archivo SHP) de la Comunidad de Aguayrenda brindado por SERNAP (Servicio Nacional de Áreas Protegidas) AGUARAGÜE.
- Documentaciones “Libro Rojo de la Flora Amenazada de Bolivia”, “Guía de Arboles de Bolivia”, “Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia”, etc.

Entre los instrumentos utilizados son:

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Wincha (50 m.).
- Machete.
- Tiza.
- Formularios de campo.
- Tablero.
- Hilo plástico.
- Lápiz.
- Cámara fotográfica.
- Flexómetro.
- Cruz del hachero.
- Jalones (4 unidades).

- Material de escritorio
- Paquetes (Excel, Google Earth Pro y ArcGis versión 10.3).

Metodología aplicada

Paso 1

A través del archivo SHP (Comunidad Aguayrenda), se ubicó el lugar de estudio, a partir del cual se calculó la población con ArcGis 10.3 (Figura 4). Luego se determinó la muestra (aleatoria) en campo en base a características (mayor concentración con diferentes tipos de especies arbóreas, topografía del lugar, etc.) que permitan obtener datos representativos. La ubicación de las parcelas (muestras) se hizo en base al recorrido del camino turístico con la ayuda de un Guardabosque, se comenzó desde el más alto nivel (PN) y se terminó en la parte baja (ANMI) (Figura 5).

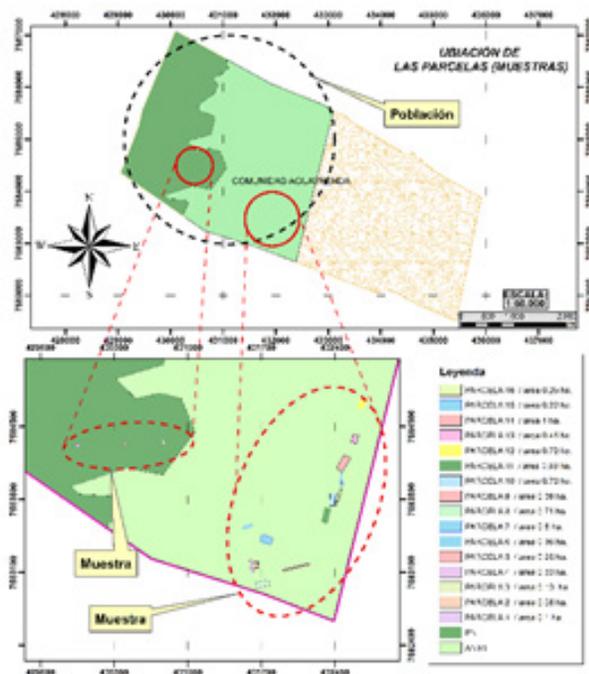


Figura 4. Ubicación de las muestras. Elaboración propia

Paso 2

Una vez ubicadas las parcelas se procedió a la delimitación de las parcelas con el GPS, wincha y jalones (Figura 5). Luego se identificó el tipo de especie, seguidamente se midió la altura del fuste (Cruz del hachero) y diámetro altura del pecho (Flexómetro) de cada árbol más la cuantificación para registrar en la planilla (Figura 6,7 y 8). Los tamaños de las parcelas son entre 0,1 a 0,5 ha y sus dimensiones pueden ser distintos, para este estudio las dimensiones que se utilizaron son: 30 m x 50 m, 20 m x 70 m, 20 m x 100 m, 10 m x 250 m, etc. Lo importante es que la suma de las parcelas sea igual o mayor al valor de la muestra total (6,07 ha).

Los pasos 1 y 2 se repitieron varios días debido al tiempo, condiciones climáticas del lugar, distancias de las parcelas y otras limitaciones hasta completar las parcelas necesarias o equivalentes a la muestra total.



Figura 5. Delimitación de la parcela, con jalón, GPS y wincha



Figura 6. Medición del diámetro a 1.30 m de Altura.



Figura 7. Medición de la altura del fuste con el Cruz del hachero.



Figura 8. Enumeración de los Arboles.

Paso 3

Finalizado el registro de cada árbol de las parcelas se procede a la investigación del nombre técnico en base al nombre común y la densidad básica de las especies en las documentaciones anteriormente mencionadas.

Luego se calcula el volumen de cada árbol a través de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{2}{3} \left[\frac{\pi}{4} (DAP)^2 \right] HT$$

Donde:

$\pi = 3,1416$

DAP = Diámetro a 1,30 m de altura (m)

HT = Altura fuste (m)

V = Volumen (m³)

Los valores como ser el DAP y HT son medidos en campo.

Tabla 1.
Factores correctores pertinentes en función del diámetro

Intervalos diamétricos	Factor de precisión
dn < 25 cm.	1.11
25 cm. ≤ dn < 35 cm.	1.05
dn ≥ 35cm.	1.00

Fuente: López Peña (2008)

Teniendo el volumen se estima la biomasa con la siguiente ecuación:

$$B = DV$$

Donde:

B = Peso seco del material (tn)

D = Densidad básica de la madera (g/cm³ o tn/m³)

V = Volumen maderable del árbol (m³)

Hay varias ecuaciones establecidas por diferentes autores para calcular la biomasa, donde la mayoría de ellos para ser utilizado implica el apeo de los árboles y costo. Mientras el método utilizado no implica la destrucción de los árboles, y es más económico, solo necesita el volumen (valor calculado por variables medidas en campo) y la densidad básica que ya están registradas en diferentes documentaciones.

Factor de expansión de la biomasa.

Al tener el valor de la biomasa, este se multiplica por un factor de expansión (1,6) porque la biomasa ya calculada solo es del fuste (tronco), en tal caso nos faltaría la biomasa

tanto de los follajes y ramas donde estos son representados por el factor de expansión. Entonces al multiplicar la biomasa por este factor, el resultado sería la biomasa total.

$$B_T = B \cdot 1,6$$

Donde:

BT = Biomasa total (tn)

B = Biomasa (tn)

1,6 = Factor de expansión

Según Alvarez (2008) menciona que el factor de expansión de la biomasa, varía mucho entre especies y condiciones particulares de los ecosistemas forestales, el valor más empleado es 1,6 sin embargo en sistemas agroforestales, se pueden encontrar valores promedio de 2,2 con un rango de 1,9 a 2,4.

Luego de calcular la biomasa total se procede con el cálculo del carbono a través de la siguiente ecuación.

$$C = B_T \cdot 0,5$$

Donde:

C = Carbono presente en la biomasa total (tn)
BT = Biomasa total de cada especie (tn)

El carbono presente en cada biomasa de la especie varía en un rango de 45 a 50 %, pero según varias bibliográficas recomiendan utilizar el 50 %.

Y por último se determina el CO₂ fijado por especie.

$$CO_{2\text{fijado}} = C \cdot (44/12)$$

Donde:

CO₂fijado = Cantidad de Dióxido de Carbono almacenado (tn)
C = Carbono presente en la biomasa (tn)
(44/12) = Constante equivalente al peso molecular del (CO₂/C)

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, en la siguiente tabla 2 se muestran los diferentes tipos de especies registrados, junto con sus nombres técnicos de cada uno.

Tabla 2.

Especies arbóreas existentes.

N°	N. común	N. Técnico
1	Cebil	Anadenanthera colubrina
2	Urundel	Astronium urundeuva
3	Garbancillo	Peltophorum
4	Laurel	Cinnamomum porphyria
5	Perilla	Phyllostylon rhamnoides
6	Cedro	Cedrela odorata
7	Lapacho rosado	Tabebuia avellanedae
8	Palo blanco	Calycophyllum spruceanum
9	Lanza	Patagonula americana
10	Pacará	Enterolobium contortisiliquum
11	Quina	Myroxylon balsamum
12	Yuchán	Ceiba chodatii
13	Garrancho	Acacia etilis
14	Roble	Amburana cearensis
15	Negrillo	Persea caerulea
16	Coronilla	Gleditsia amorphoides
17	Chari	Parapiptadenia excelsa
18	Horco Cebil	Parapiptadenia excelsa
19	Aguay	Chrysophyllum ponocarpum
20	Toborocho	Chorisia speciosa
21	Tipa	Tipuana tipu
22	Lecheron	Thevetia peruviana
23	Pacay	Inga spp
24	Churqui	Acacia Cavens
25	Lapacho Amarillo	Handroanthus albus
26	Quebracho Colorado	Schinopsis quebracho-colorado
27	Guayabilla	Eugenia pungens
28	Arrayán	Eugenia uniflora
29	Duraznillo	Rupretchia triflora
30	Quebracho	Schinopsis haenkeana
31	Sotillo	Pterogyne nitens
32	Ceibo	Erythrina falcata

Fuente: Elaboración propia

Existen una variedad de especies, unos que otros conocidos por su valor comercial en comparación con otros. Son conocidos por ser comerciales, ya que estos presentan mejores características físicas (resistencia, durabilidad, etc).

En la tabla 3 siguiente, se presenta las cuantificaciones por especie a nivel muestra y a proyección poblacional.

Tabla 3.

Especies a nivel muestra (M) y población (P).

Especies	M (6,07 ha)	P(1072, ha)
Cebil	652	115.224
Urundel	139	24.565
Garbancillo	137	24.211
Laurel	99	17.496
Perilla	89	15.728
Cedro	89	15.728
Lapacho rosado	82	14.491
Palo blanco	82	14.491
Lanza	53	9.366
Pacará	49	8.659
Quina	46	8.129
Yuchán	43	7.599
Garrancho	39	6.892
Roble	38	6.715
Negrillo	29	5.125
Coronilla	27	4.772
Chari	22	3.888
Horco cebil	19	3.358
Aguay	16	2.828
Toborocho	7	1.237
Tipa	7	1.237
Lecheron	6	1.060
Pacay	4	707
Churqui	4	707
Lapacho amarillo	4	707
Quebracho colorado	3	530
Guayabilla	2	353
Arrayán	2	353
Duraznillo	2	353
Quebracho	2	353
Sotillo	1	177
Ceibo	1	177
TOTAL	1.795	317.218

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 3 la especie con mayor abundancia es el Cebil, esto se debe a las características ecosistémicas de la zona. Cabe recalcar que el Cebil mayormente se lo identificó en las zonas de mayor altura. Lo contrario a la especie con mayor representación es el Sotillo y Ceibo, solo se identificó uno de cada uno. Mientras las especies comerciales (Cedro, Quina, Lapacho) su abundancia no es alta.

Densidades de las especies

En la siguiente figura 9 se ilustra las densidades de especies por hectárea.

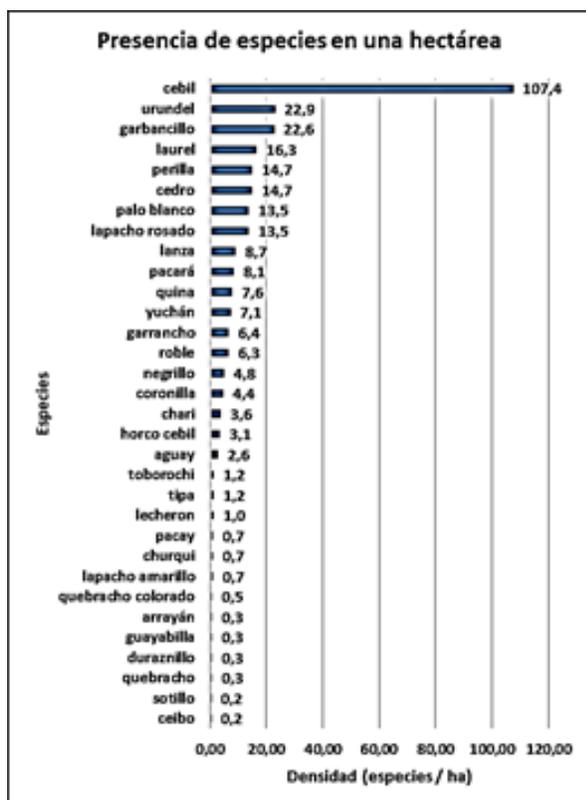


Figura 9. Densidad de cada especie presente en una hectárea. Elaboración propia.

Como se puede observar, la especie que tiene mayor densidad es el Cebil, y la mínima densidad es la del Sotillo y Ceibo.

Biomasa de las especies

En la tabla 4 se observa la biomasa total de todas las especies.

Tabla 4. Cantidad y biomasa de las especies de la muestra.

N°	Especies	Cantidad	Biomasa (tn)
1	Cebil	652	381,47
2	Urundel	139	163,04
3	Lapacho rosado	82	62,04
4	Garbancillo	137	58,99
5	Palo blanco	82	36,95
6	Yuchán	43	34,20
7	Cedro	89	29,95
8	Perilla	89	23,89
9	Pacará	49	18,48
10	Laurel	99	16,55
11	Quina	46	16,47
12	Roble	38	14,95
13	Garrancho	39	13,30
14	Horco cebil	19	10,18
15	Chari	22	10,02
16	Negrillo	29	9,12
17	Lanza	53	7,18
18	Tipa	7	5,08
19	Lecheron	6	3,89
20	Coronilla	27	3,64
21	aguay	16	3,60

N°	Especies	Cantidad	Biomasa (tn)
22	Toborocho	7	3,22
23	Quebracho colorado	3	2,53
24	Lapacho amarillo	4	1,79
25	Churqui	4	1,52
26	Quebracho	2	1,33
27	Ceibo	1	0,91
28	Pacay	4	0,71
29	Sotillo	1	0,37
30	Duraznillo	2	0,19
31	Guayabilla	2	0,18
32	Arrayán	2	0,16
TOTAL		1795	935,92

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 4 hay especies que contienen mayor biomasa en comparación que otras, incluso en algunos no influye la cantidad de cada especie con su biomasa, esto se debe a sus características dendrológicas, edades. Por ejemplo, el Garbancillo con una cantidad de 137 y la otra especie Lapacho rosado con una abundancia de 82, sus diferencias en cantidades son de gran escala, pero sus biomásas son lo contrario, tiene una mínima diferencia de biomasa, la especie de menor cantidad tiene 62,04 tn y mientras el otro de mayor cantidad tiene 58,99 tn.

Densidad de la biomasa

En la figura 10 se muestra las densidades de cada especie por superficies.

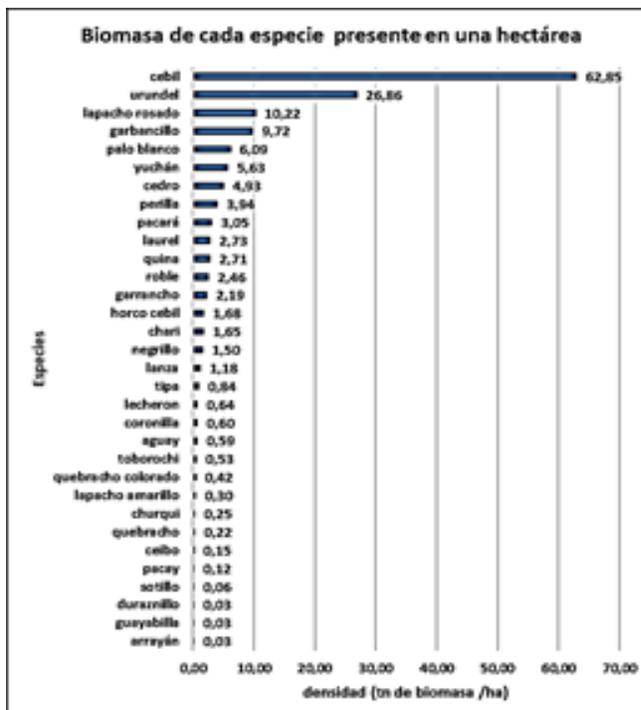


Figura 10. Biomasa de cada especie por hectárea. Elaboración propia.

Según la figura anterior, la que tiene mayor densidad es el Cebil, Urundel, a comparación de los demás.

Fijación del CO₂

A continuación, se muestra el CO₂ capturado por especies en tabla 5.

Tabla 5.
Dióxido de Carbono capturado a nivel muestra.

N°	Especies	Cantidad	CO ₂ (tn)
1	Cebil	652	699,37
2	Urundel	139	298,91
3	Lapacho rosado	82	113,73
4	Garbancillo	137	108,16
5	Palo blanco	82	67,75
6	Yuchán	43	62,69
7	Cedro	89	54,91
8	Perilla	89	43,80
9	Pacará	49	33,89
10	Laurel	99	30,33
11	Quina	46	30,20
12	Roble	38	27,40
13	Garrancho	39	24,39
14	Horco cebil	19	18,66
15	Chari	22	18,38
16	Negrillo	29	16,71
17	Lanza	53	13,17
18	Tipa	7	9,32
19	Lecheron	6	7,14
20	Coronilla	27	6,68
21	Aguay	16	6,60
22	Toborocho	7	5,91
23	Quebracho colorado	3	4,65
24	Lapacho amarillo	4	3,29
25	Churqui	4	2,78
26	Quebracho	2	2,43
27	Ceibo	1	1,67
28	Pacay	4	1,29
29	Sotillo	1	0,69
30	Duraznillo	2	0,35
31	Guayabilla	2	0,34
32	Arrayán	2	0,30
TOTAL		1795	1715,86

Fuente: Elaboración propia

En base a un análisis de la tabla 5, se concluye que el Cebil es el que fija más este GEI, en comparación de los demás. Esta especie tiene mayor representación en varios aspectos, como ser en cantidad, mayor biomasa y por último que mayor fija CO₂. Con esto no trato de decir que las demás especies no desempeñan un papel importante por tener menor competencia, solo específico sus diferencias. Desde el punto de vista de cambio climático el Cebil realiza un gran aporte como mitigador de este gas o Servicio Ambiental

Densidad de la Fijación del Dióxido de Carbono por superficie

En la siguiente figura 11 se ilustra la captura de CO₂ de especies por hectárea.

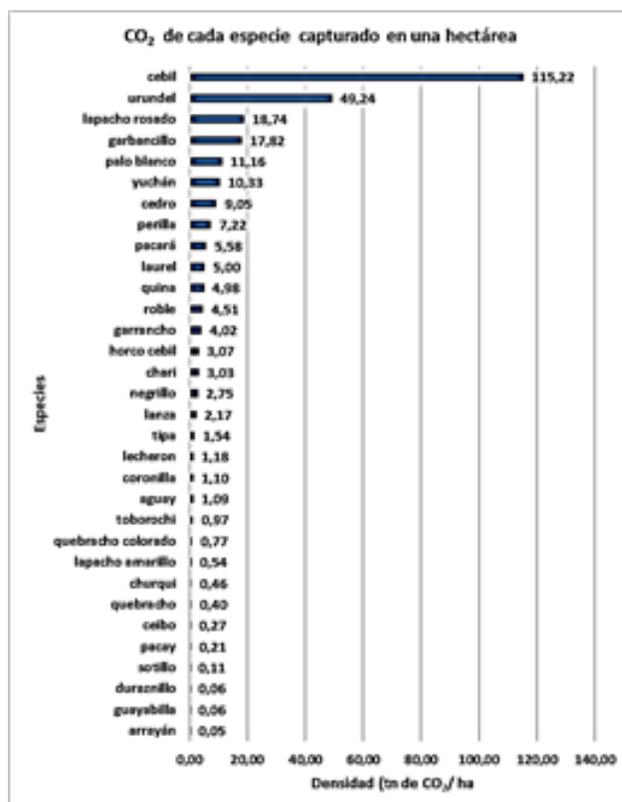


Figura 11. Dióxido de Carbono capturados en una hectárea. Elaboración propia

4 CONCLUSIONES

De acuerdo con el problema planteado en la investigación podemos denotar que se logró satisfactoriamente determinar los tipos de especies existen dentro del campo de estudio, así mismo la estimación de captura de Dióxido de Carbono por estas mismas especies.

Satisfactoriamente se logra con la ayuda de los guardabosques del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) la identificación de las especies arbóreas en el área de estudio. Y se logra sin ningún problema con los instrumentos la medición de variables, tales como la altura total, diámetro del fuste, etc.

En su mayoría de todo el material bibliográfico, de diferentes autores establecidos en el marco teórico ayudaron para la obtención de los resultados, cierta fracción del material solo apporto para entender la dinámica de estas especies dentro el cambio climático y para conocimientos de la zona de estudio.

De acuerdo con la meta establecida, en la investigación, se logra determinar la biomasa y su capacidad de captura de Dióxido de Carbono por especies. Y se concluye que existe mayor concentración de vegetación en la zona PN (nivel alto) en comparación con ANMI (nivel bajo).

Se llegó a definir que la mayoría de todas las especies existentes en el lugar de estudio, sus troncos son de forma cilíndrica. Y que el cebil es quien tiene mayor abundancia en cantidad y biomasa, como también es el mayor fijador del CO₂. y el Arrayán es lo contrario al Cebil.

Asumiendo que nuestras especies arbóreas tienen un promedio de edad de 48 años, se estima que del total de CO₂ (441140 kilotoneladas) generado entre 1970 y 2018, se ha reducido a través de su captura a una cantidad de 440837 kilotoneladas.

El oxígeno producido por las especies arbóreas a nivel muestra es de 1248,16 toneladas, mientras que a nivel poblacional es de 220.578,02 toneladas, cuyos valores se calcularon en base a ecuación recomendada por varios autores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, G. (2008). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Tesis (Magister en Ciencias Forestales). Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y pecuarias. Cochabamba – Bolivia
- Arencibia Aguilar, L. F. (2015). Captación de CO₂ por especies de laurisilva en Gran Canaria. Tesis (Doctorado en Ingeniería Ambiental y Desalinización). Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Ingeniería de Procesos. Gran Canaria – España.
- Chave, J., Muller Landau, H., Baker, T., Easdale, T., Steege, H., & Webb, C. (2006). Variación Regional Y Filogenética De La Densidad de Madera a Través de 2456 Especies de Árbol Neotropical. Bolivia.
- Choquehuanca Callisaya, E. M. (2015). Determinación del Potencial de Captura de Carbono en 3 Especies Forestales (Mara, Cedro y Roble) en la Provincia Caranavi del Departamento de la Paz. La Paz. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Depledge, J., & Lamb, R. (2004). Cuidar el clima - Guía de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Protocolo. Bonn: Courir-Druck GmbH. Alemania.
- Domínguez Madrid, A. Y. (2016). Estimaciones de Captura de los Parques y Emisiones de CO₂ Vehicular en Tijuana, B.C. Tesis (Magister en Administración Integral del Ambiente). El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana-México.
- Educación, M. d. (2013). Guía de Plantas útiles del Pantanal Boliviano. Bolivia.
- FAO-PAFBOL. (s.f.). (2012). Información Técnica para el Procesamiento Industrial de 134 Especies Maderables de Bolivia. FAO-PAFBOL. Bolivia.
- Flores, M. P. (2013). Evaluación de la Captura de Carbono en tres Sistemas de Producción de Papa en Zinacantepec, Estado de México. Tesis (Licenciada en Ciencias Ambientales). Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Planeación Urbana y Regional. Toluca de Lerdo – México.
- Instituto Boliviano de Investigación Forestal. (2005). 60 Especies Forestales de Bolivia. Imprenta SIRENA. Bolivia.
- IPCC. (2007). Cambio climático 2007 - Informe de Síntesis. Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático. Suecia.
- J. Killen, T., García E., E., & G. Beck, S. (1993). Guía de Árboles de Bolivia. Diecisiete años de "Ecología en Bolivia" La Paz – Bolivia.
- Justiniano, M. J., Peña Claros, M., & Toledo, M. (2003). Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia. El País. Santa Cruz – Bolivia.
- López Peña, C. (2008). Dasometría. Madrid - España.
- Luque Mamani, J. J. (2011). Determinación de la Captura de Dioxido de Carbono Acumulado en la Biomasa de los Bosques Húmedos en la Comunidad de Macahua Municipio de Ixiamas, Departamento de La Paz. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.
- Ministro de Educación. (2013). Guía de Plantas Útiles del Pantanal Boliviano. Imprenta Impacto Digital. La Paz - Bolivia.
- Miranda Segovia, M. A. (2017). Estimación de Biomasa y Carbono, bajo un Sistema Silvopastoril, en la comunidad de Yaguacua de la provincia Gran Chaco, Tarija, en Agrociencias. Volumen 2. Pág. 19-23. Junio 2017. Editorial Universitaria.
- MMAyA. (2012). Libro Rojo de la Flora Amenazada de Bolivia. MMAyA La Paz – Bolivia.
- Montero, G., Ruiz Pinado, R., & Muñoz, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosque españoles. Editorial Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria – Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid – España
- Ocampo Fernández, N. (2014). Fotosíntesis.

GAMY. (2014.) Plan de Desarrollo Municipal, Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo para el Gobierno Municipal de Yacuiba. Bolivia.

SERNAP. (2011). Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Aguaragüe. Tarija –Bolivia.

Villegas, Z., & Mostacedo, B. (2011). Diagnóstico de la situación actual sobre políticas, información, avances y necesidades futuras sobre MRV en Bolivia. CIFOR. Bolivia

GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS (GIRH) TOMANDO EN CUENTA LA GOBERNABILIDAD

INTEGRAL MANAGEMENT OF WATER RESOURCES (IWRM) TAKING INTO ACCOUNT GOVERNANCE

Ph.D. Ing. Eysin Neri Artunduaga

Dirección de correspondencia: Calle Cochabamba s/n, Barrio Los Lapachos – Yacuiba
Correo electrónico: eysin26@yahoo.com.ar
Celular: (+591)-72974621

RESUMEN

La Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), es una flexible herramienta que ayuda a afrontar los retos que plantea el agua y a optimizar la contribución de ésta en un proceso de desarrollo sostenible. No se trata de una meta en si misma.

La GIRH permite reforzar las estructuras de gestión de aguas al objeto de fomentar una adecuada toma de decisiones en respuesta a unas necesidades y situaciones siempre cambiantes. Pretende evitar la pérdida de vidas, el despilfarro de dinero y el agotamiento de los recursos naturales derivados de un proceso de toma de decisiones que no toma en cuenta las ramificaciones más amplias de las acciones sectoriales. Su fin es garantizar un desarrollo y de gestión equitativa del agua y dar respuesta a las distintas necesidades que tienen en este ámbito el colectivo de la sociedad. Busca asegurar un empleo del agua en pro de los objetivos de desarrollo socioeconómicos de las regiones, departamentos y país, en una manera que no aventure la sostenibilidad de los ecosistemas esenciales ni ponga en peligro la capacidad de las futuras generaciones a la hora de satisfacer sus demandas de agua.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento crítico en la Región Autónoma del Chaco en el Departamento de Tarija, pero con frecuencia obviado, en el ámbito del desarrollo sostenible y de la planificación. El agua no solo es la más básica de las necesidades, sino también el núcleo del desarrollo sostenible y el elemento esencial para la erradicación de la pobreza. El agua está íntimamente ligada a la salud, la agricultura, la energía y a la biodiversidad. En el caso de no avanzar en el tema del agua, será difícil, si no imposible, lograr los objetivos de Desarrollo del Milenio.

Los que toman decisiones deben ser capaces de garantizar el suministro fiable y de fácil acceso al agua no contaminada, para la mejora de las condiciones sanitarias, la reducción de la mortalidad infantil y la calidad de vida de la sociedad. El agua es un factor clave en el fomento de los entornos rurales, el cultivo de los

alimentos, la producción de energía, el impulso a la industria y el sector de los servicios y la integridad de los ecosistemas y de los bienes y servicios que éstos proporcionan.

El agua también presenta sus propios desafíos al desarrollo: las inundaciones, sequías y enfermedades transmitidas por ella pueden ejercer un tremendo impacto sobre la población y sin duda también en la economía de la región. Es muy importante preguntarse ¿de qué manera los países, departamentos y regiones pueden superar estos desafíos y satisfacer las necesidades de agua de la población, la industria y los ecosistemas? La técnica que se escoja para hacer frente a esta cuestión dependerá de su situación y prioridades de desarrollo, pero a fin de optimizar la contribución del agua en el desarrollo sostenible, cualquier respuesta que se proponga deberá tener en consideración los siguientes elementos:

- Los numerosos y complejos vínculos entre las actividades que influyen y se ven influenciadas por el desarrollo y gestión del agua, lo cual sólo es posible aplicando un enfoque de GIRH.
- La forma de estimular un uso más eficaz del agua como recurso limitado.

PALABRAS CLAVES

Recursos Hídricos, gobernabilidad, gestión integral, participativa, uso del agua.

ABSTRACT

Water is a critical element in the Chaco Autonomous Region in the Department of Tarija, but often overlooked, in the field of sustainable development and planning. Water is not only the most basic of needs, but also the core of sustainable development and the essential element for the eradication of poverty. Water is intimately linked to health, agriculture, energy and biodiversity. In the case of not advancing on the issue of water, it will be difficult, if not impossible, to achieve the Millennium Development Goals.

Those who make decisions must be able to guarantee the reliable and easy access to uncontaminated water, for the improvement of sanitary conditions, the reduction of infant mortality and the quality of life of society. Water is a key factor in the promotion of rural environments, food cultivation, energy production, the impetus to industry and the service sector and the integrity of ecosystems and the goods and services that these provide.

Water also presents its own development challenges: floods, droughts and diseases transmitted by it can have a tremendous impact on the population and certainly also on the economy of the region. It is very important to ask how countries, departments and regions can overcome these challenges and meet the water needs of the population, industry and ecosystems? The technique chosen to address this issue will depend on its development situation and priorities, but in order to optimize the contribution of water to sustainable development, any response that is proposed should take into consideration the following elements:

- The numerous and complex links between the activities that influence and are influenced by the development and management of water, which is only possible by applying an IWRM approach.
- The way to stimulate more efficient use of water as a limited resource.

KEY WORDS

Water resources, governance, integral, participatory management, water use.

ANÁLISIS

El enfoque de GIRH fomenta el desarrollo y gestión coordinados de los recursos de agua, tierra y otros asociados al objeto de optimizar de manera equitativa los beneficios socioeconómicos resultantes sin menoscabo de la sostenibilidad de los ecosistemas esenciales. Todo ello implica una mayor coordinación en el desarrollo y gestión de:

- Tierras y agua
- Aguas superficiales y aguas subterráneas
- Cuencas hidrográficas
- Aspectos sociales y económicos

La GIRH no se limita a la gestión de recursos físicos, sino que se implica también en las reformas de los sistemas humanos con el fin de habilitar a la población (hombres y mujeres) por igual, para que los beneficios derivados de dichos recursos reviertan las desigualdades sociales y el deterioro de los ecosistemas naturales.

En la definición de políticas y planificación, la adopción de un enfoque de GIRH requiere que:

- Las políticas y prioridades consideren la repercusión sobre los recursos hídricos, incluyendo la relación mutua existente entre las políticas macroeconómicas y el desarrollo, gestión y uso del agua
- Se efectuó una integración intersectorial en el desarrollo de políticas
- Las partes implicadas puedan integrarse en la planificación y gestión del agua, garantizando en especial la participación de mujeres y colectivos de pocos recursos.
- Las decisiones relacionadas con el agua adoptadas a nivel local o en la cuenca hidrográfica estén en la línea o, por lo menos, no choquen con la consecución de objetivos nacionales más amplios.
- La planificación y estrategias en el ámbito hidrológico se integren en objetivos sociales, económicos y ambientales más amplios.

En la práctica, ello implica otorgar al agua el lugar que le corresponde en la agenda política local, regional, departamental y nacional, crear una mayor concienciación sobre el agua entre los responsables de definir las políticas en el ámbito de la economía y en los sectores relacionados con el agua, poner en vigencia canales de comunicación más eficaces y un proceso de toma de decisiones consensuado entre las organizaciones sociales, grupos de intereses y colectivos civiles y estimular a la población a superar las deficiencias tradicionales.

Ventajas Aplicando un Enfoque GIRH:

Solucionando Problemas. - Muchos países sufren problemas relacionados con los recursos hídricos que se presentan insolubles con los tradicionales enfoques unisectoriales. Algunos ejemplos: sequía, inundaciones, agotamiento de aguas subterráneas, enfermedades de transmisión acuática, deterioro de suelos y aguas, daños continuos en los ecosistemas naturales, pobreza crónica en áreas rurales y escalada de conflictos por los recursos hídricos. Las soluciones a estos problemas con frecuencia se encuentran más allá del área de competencia de las autoridades públicas a cargo y requieren la colaboración de numerosos sectores. En dichos casos, el enfoque GIRH facilita considerablemente la identificación y aplicación de soluciones eficaces. También ayuda a salvar una situación tan frecuente como que la resolución de un problema genera otro.

Evitando inversiones deficientes y errores costosos.

– La toma de decisiones basada en una visión sectorial de corto plazo raras veces es efectiva a la larga y puede resultar en errores muy caros, en forma de beneficios no sostenibles, consecuencias no esperadas y oportunidades perdidas.

Las inversiones deben decidirse a partir de una evaluación de costos y beneficios tanto de amplio espectro como a largo plazo. Además, han de tener en cuenta las implicaciones económicas del mantenimiento de las infraestructuras, el suministro de agua y potencial de recuperación de la inversión y el impacto medioambiental, tanto a corto como a largo plazo. Los gestores también deben considerar la situación macroeconómica del momento y las formas en que las políticas macroeconómicas, tales como los tipos de interés y de cambio afectan a la inclusión del agua en el desarrollo y la sostenibilidad de las instalaciones hidrológicas.

En un planteamiento de visiones estrechas o sectorial, normalmente el medio ambiente es el que sale perdiendo, con consecuencias negativas tanto para el desarrollo social como económico. El enfoque GIRH promueve la consideración de los impactos medio ambientales desde un primer momento. Ello permite evitar las pérdidas asociadas a un desarrollo no sostenible y el alto costo que conlleva deshacer a posteriori el fallo infrin-

El enfoque de GIRH en el diseño y gestión de infraestructuras también permite explotar las sinergias potenciales, por ejemplo, mediante la combinación de pesquería y sistemas de irrigación, o la elaboración de programas de abastecimiento que provea a la gente de agua para uso doméstico y productivo. (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA)

Asignando Agua Sinérgicamente: Tras de un examen de su enfoque actual en relación a la gestión del agua, en muchos países han descubierto lo siguiente:

- ▶ Que no han prestado la suficiente consideración a la asignación estratégica de ésta de acuerdo a sus objetivos nacionales.
- ▶ Que la ordenación del agua, aunque se deje en manos del nivel de gestión correspondiente más bajo. Precisa de orientación a través de un marco concebido para la cuenca hidrográfica en cuestión o a nivel nacional, departamental u otro.
- ▶ Que las conexiones entre las estructuras de distribución y los procesos de planificación económica y de desarrollo son débiles o simplemente inexistentes.

Una distribución estratégica precisa de la supeditación de las necesidades de cada sector específico y de los

colectivos de usuarios a los objetivos más amplios de la sociedad. Un enfoque de GIRH otorga libertad a los departamentos y regiones para disponer su configuración hídrica en un contexto más general de metas de desarrollo sostenible.

La asignación estratégica raras veces se logra a golpe de decreto administrativo. Se suele conseguir de modo indirecto a menudo incrementando la eficacia en el empleo de las aguas con la ayuda de herramientas tales como la tarificación y gravámenes sobre el agua, la introducción de estímulos y subsidios adecuados y la eliminación de otros incentivos desacertados, ya sean dentro o fuera de los ámbitos relacionados con el agua.

La importancia de la optimización del agua antes:

Antes que simplemente suministrar más agua (lo cual con frecuencia implica la construcción de una nueva y costosa infraestructura), el primer paso La optimización del rendimiento del agua y los recursos relacionados (incluyendo aquí los medios financieros) es otra vía para maximizar el bienestar económico y social derivado del agua, concebida como un recurso escaso y forma parte integral del enfoque de GIRH. Antes que simplemente “suministrar agua”(Cooperación al Desarrollo de los Países Bajos

<http://www.minbuza.nl/>)

debería consistir en examinar las opciones de optimización del agua, ya sea reduciendo su despilfarro o mediante su redistribución.

Aspectos en la optimización tecnológica del agua optimización del usuario: La mejora en la efectividad de los usuarios se suele lograr mediante un cambio en el patrón de comportamiento de éstos; por ejemplo, a través de campañas informativas, incentivos económicos y medios tecnológicos, a lo que se denomina con frecuencia Gestión de la Demanda. <http://www.minbuza.nl/>

Optimización del suministro: El rendimiento en el suministro en el agua viene determinado por la eficacia en el funcionamiento en los sistemas de irrigación, los programas de abastecimiento de agua en las ciudades y otras infraestructuras hidrográficas. Entre las posibles intervenciones para la optimización el suministro se incluye la reparación de fugas en los sistemas de canalización urbanos, la rehabilitación de sistemas de regadío y la introducción de innovaciones tales como el riego por goteo y el alcantarillado seco. En la aplicación de medidas para la mejora del abastecimiento de las áreas irrigadas, es importante tener en cuenta dos factores: 1) Dado el predominio de los procesos de reciclaje y reutilización del agua en los sistemas de irrigación en otros países, las iniciativas de mejora del rendimiento en el suministro deben ser consideradas

en un contexto que integre toda la cuenca hidrográfica; de hecho, es posible que las filtraciones de agua de los canales de irrigación y los campos estén recargando las aguas subterráneas o los ecosistemas de apoyo. 2) Las medidas de optimización del suministro deben ir acompañadas de políticas destinadas a garantizar que el agua ahorrada sea reasignada en aplicaciones de provecho.

Aspecto en la optimización distributiva: La eficacia distributiva se consigue a través de un paquete de medidas que permitan asegurar la asignación del agua a los empleos de mayor valor, por ejemplo, instaurando mercados del agua, derechos sobre el agua, sistemas u otros mecanismos de distribución económica o normativa, así como mediante una evaluación adecuada y realista de viabilidad financiera. Es fundamental que, en una perspectiva de GIRH, la determinación de los empleos de mayor valor tenga en cuenta tanto las consideraciones sociales y medioambientales como las económicas. De igual manera, es preciso evaluar los beneficios en términos sociales, ambientales y económicos. Ello implica, por ejemplo, una priorización de los valores productivos y de biodiversidad en los ecosistemas terrestres y acuáticos, garantizando unos flujos ambientales apropiados con ayuda de instrumentos económicos o normativos.

En las regiones de baja renta, conlleva así mismo, hacer un especial hincapié en la reducción de la pobreza, es decir, en cómo puede la sociedad contribuir de la mejor manera posible a ampliar el acceso a los recursos y a las iniciativas generadoras de ingreso para hombres y mujeres a través del desarrollo y la gestión hídrica. (*Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) <http://www.sdc.admin.ch/mainportal>*).

La GIRH como instrumento de cambio;

El enfoque de GIRH precisa de un cambio positivo en el entorno de capacitación, en las funciones institucionales y en los instrumentos de gestión. Consiste básicamente en un cambio en la forma de administrar el agua, es decir, en el abanico del sistema político, sociales, económicos y administrativos establecidos para el desarrollo y gestión de los recursos hídricos y el suministro de servicios en este ámbito en los diferentes niveles sociales.

Teniendo en cuenta que el cambio es una parte fundamental del enfoque, la GIRH debe ser entendida como un proceso y no como un enfoque puntual, es decir, como una iniciativa a largo plazo y de progresión, pero interactiva y no lineal por naturaleza. Un elemento inherente a esta perspectiva es la necesidad de un marco eficaz de gobernabilidad que promueva una adecuada

toma de decisiones de modo continuo en respuesta a las necesidades y situaciones en transformación. En tanto que proceso de reforma que pretende cambiar los sistemas de desarrollo y gestión hídrica desde sus actuales formas sin sostenibilidad, la GIRH carece de puntos de partida o finales fijos, La economía y sociedad globales son de carácter dinámico y el entorno natural también es objeto de transformación. Por lo tanto, los sistemas de GIRH deben saber responder a los cambios y ser capaces de adaptarse a las nuevas condiciones económicas, sociales y ambientales y a los valores humanos cambiantes. A los responsables políticos y gestores les resultaría fácil concluir, ante la perspectiva de un cambio total en la estructura de gobernabilidad, que todo es demasiado complejo y que son demasiadas las contraprestaciones y decisiones que hay que adoptar. Pero la aceptación de una GIRH no implica abandonar todo y empezar de cero. Con frecuencia se traduce en la adaptación y ampliación de instituciones y procedimientos de planificación ya existentes para la obtención de un enfoque más integrado.

La mayoría de las acciones que han llevado a cabo una evaluación honesta de su situación actual en el aspecto hidrológico han optado por orientarse hacia el enfoque de GIRH. Han llegado a la conclusión de que los planteamientos sectoriales resultaban fallidos en un conjunto de ámbitos fundamentales.

Quienes han experimentado con la GIRH han reconocido que la eficaz resolución de esta problemática es esencial para el bienestar de la población y la prosperidad de un país. Un enfoque holístico más integrado que incluya el agua como elemento estratégico en el contexto de distintos sistemas institucionales, los empleos diversos y a menudo en conflicto y escases de recursos constituyen el núcleo del desarrollo sostenible.

Estrategias para optar y guiar el cambio: El proceso de elaboración de una estrategia ofrece una oportunidad a quienes optan un enfoque coherente, y no improvisan, para la mejora de los resortes del desarrollo, gestión y empleo de los recursos hídricos con el fin de impulsar los objetivos del desarrollo sostenible.

Algunos quizá prefieran empezar considerando las distintas formas en que el desarrollo y gestión de los recursos hídricos pueden contribuir a promover u obstaculizar sus objetivos de progreso. Otros tal vez opten por un enfoque más dirigido y se centren en problemas específicos relacionados con el agua que supongan un impedimento para la construcción de sus metas.

Habrán otros que se decidan por crear estrategias partiendo de cero, basarse en una GIRH o plan de aguas anterior o incorporar el ámbito de las aguas a las estra

tegrías de desarrollo nacional en curso.

Independientemente del enfoque inicial, las estrategias deben ir más allá de las actuaciones necesarias para solventar los problemas actuales o la consecución de objetivos inmediatos, orientándose a la institucionalización de cambios que promuevan una toma de decisiones más estratégica y coordinada de modo permanente. (<http://www.sdc.admin.ch/mainportal>.)

Entre algunos de los elementos que se deben tomar en cuenta para la elaboración e implementación de las estrategias de la GIRH, se ponen a consideración:

- Las estrategias deben asistir a los países y regiones a avanzar hacia una gestión integrada del agua y hacia un uso más eficiente de los recursos hídricos empleando todos los instrumentos políticos a su alcance.
- Las estrategias deben incluir una reforma institucional financiera y tecnológica y fomentar la actuación a todos los niveles.
- Como unidad básica dentro del proceso de gestión integrada debe utilizarse la cuenca hidrográfica.
- Las estrategias han de enfrentarse al reto de equilibrar la necesidad de restaurar y proteger los ecosistemas y los requisitos de otros usuarios del agua.
- La implementación de las distintas partes interesadas, las iniciativas de capacitación, la supervisión de los resultados y una mayor transparencia en las actuaciones de organismos políticos y empresas privadas son todos ellos elementos de una estrategia eficaz.
- Las estrategias deben respetar y estar adaptadas a las condiciones locales.

Elección del punto de partida: En teoría, un enfoque de conjunto que trate de optimizar la contribución del agua a un desarrollo sostenible global debería ejercer un mayor impacto. En la práctica, comenzar con temas concretos puede ofrecer mejores resultados. Una excesiva ambición inicial, ignorando los problemas políticos, sociales y capacitativos que deben resolverse para una eficaz aplicación, pueden desembocar en una estrategia con un aspecto inmejorable sobre el papel pero incapaz de traducirse en acciones viables. La experiencia nos indica que no son necesarias reformas iniciales de envergadura para estimular el cambio de actitudes. Con frecuencia, los primeros pasos, de fácil ejecución, son suficientes para acometer un proceso de transformación hacia un desarrollo y gestión de recursos hídricos más sostenibles.

Este tipo de enfoque a partir de un problema, conduce más fácilmente a una estrategia de acción fundamentada en asuntos tangibles e inmediatos y puede contribuir a la obtención de una amplia aceptación social. (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) www.usaid.gov)

No obstante, es susceptible también de desembocar en un punto de estancamiento o al mismo tipo de gestión miope que hallamos en los enfoques con un carácter más sectorial. Las claves para evitar estos riesgos pasan por garantizar la firme vinculación de las estrategias con objetivos más amplios de desarrollo sostenible y que el fin no se limite a solucionar un problema en particular, sino que aproveche para activar procesos que aseguren decisiones de desarrollo y gestión hídricas más apropiadas de un modo continuado.

Uno de los requisitos para cumplir los objetivos y que subyace en el concepto en sí de la GIRH, es la armonización de la protección de los ecosistemas con otras necesidades, citamos algunos entre otros:

- La protección de los ecosistemas debe tener en cuenta tanto los ecosistemas terrestres como acuáticos.
- Los ecosistemas terrestres se ven influidos por la disponibilidad del agua, pero también ejercen un impacto sobre dicha disponibilidad. Por ejemplo, en los trópicos secos (Chaco), la modificación de la cobertura de los terrenos, especialmente en la cobertura natural (silvicultura), puede impactar en el flujo de las corrientes y alterar el reabastecimiento de las aguas subterráneas.
- Los ecosistemas acuáticos dependen en altísima medida de la cantidad, disponibilidad y calidad de los flujos de agua.
- Los requisitos de flujos ambientales han sido definido de muchos modos diferentes en todo el mundo y oscilan globalmente entre el 20 y el 50% del flujo anual medio de una cuenca.
- A la hora de evaluar los ecosistemas, es importante tener en cuenta la contribución a los objetivos tanto sociales, ambientales y económicos.

Definición y fijación de prioridades:

Una vez que se haya definido un punto de partida, se ha de proceder a la identificación de los temas que emanen de dicho punto. En esta fase, es especialmente importante tener en cuenta el posible papel de otros recursos (cultivo, energía, bosques, ganado, otros sec-

tores (agricultura, turismo, transporte, medio ambiente, educación, economía, industria, otros) en la resolución de la problemática o cuestión.

Ejemplos de cuestiones que facilitan la definición de áreas sustanciales:

En relación a la reducción de la pobreza:

- ¿Cómo se puede extender el acceso al agua para fines productivos; ¿por ejemplo, a través del desarrollo de las aguas subterráneas, las tecnologías asequibles a pequeña escala y los sistemas múltiples de suministro?
- ¿Cómo se pueden definir las necesidades de agua de los colectivos más pobres?
- ¿Qué tipos de desarrollo hidrológico y oferta de servicios son los más apropiados, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, su nivel retributivo y su capacidad para gestionar y mantener las infraestructuras?
- ¿Qué elementos adicionales se requieren para que la población obtenga un máximo provecho del agua en los ámbitos de la agricultura, ganadería, pesca y conservación rural?

En relación a la escasez del agua y a las demandas enfrentadas de suministro:

- ¿Cómo se puede asignar el agua estratégicamente?
- ¿Cómo es posible mejorar el rendimiento del agua y promover la gestión en el ámbito de la demanda?
- ¿Qué potencial presenta el desarrollo de los recursos hídricos no convencionales?

En relación a la promoción de la mujer:

- ¿Cómo se puede ofrecer un suministro cercano de agua potable y para uso doméstico de calidad aceptable?
- ¿En que tipo de actividades generadoras de ingresos que requieran del abastecimiento de agua se implican las mujeres?
- ¿Cómo se puede garantizar legalmente los derechos sobre el agua de las mujeres?
- ¿Qué formas hay de involucrar a las mujeres en las estructuras de toma de decisiones?

En relación de la protección de los ecosistemas:

- ¿Cómo se puede distribuir el agua para obtener unos flujos medioambientales adecuados?
- ¿Cómo se han de configurar los recursos hídricos para ajustarlos a las necesidades de abastecimiento y calidad del agua de los ecosistemas, así como la cantidad?
- A la hora de evaluar los elementos compensatorios, ¿Cómo es posible valorar los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas?
- ¿Cómo se puede disminuir la contaminación acuática?
- ¿De qué manera repercute la gestión del agua dulce en los entornos que lo usan?
- ¿Cómo se puede reflejar el impacto de los ecosistemas terrestres en el equilibrio hidrográfico?
- ¿Cómo se puede garantizar un uso sostenible de las aguas subterráneas y la infiltración?

En relación al desarrollo económico:

- ¿Qué actividades económicas se ven afectadas por la disponibilidad y la calidad del agua?

¿Cómo se puede disminuir el agua entre los sectores de manera que se aliente el desarrollo económico sin dejar de tener en cuenta los objetivos de lucha contra la pobreza y la sostenibilidad medioambiental? (Banco Mundial <http://www.bancomundial.org/>)

- ¿De qué modo se puede generar un entorno macroeconómico que conduzca a una gestión adecuada de las aguas?

PASOS PARA LOGRAR UN DESARROLLO Y GESTIÓN MAS INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS:

Una vez que el país, departamento o región ha decidido la vía a seguir, en términos de metas, objetivos y prioridades; el siguiente paso consiste en reflexionar acerca de la manera de conseguirlo a través de las áreas específicas de cambio de GIRH definidas, ¿Qué cambios se requieren en las políticas, instituciones y prácticas aplicadas para hacer realidad las soluciones integradas, una gestión sostenible y una toma de decisiones más eficaz? Ello implica el examen del entorno de capacitación, de las funciones institucionales y de los instrumentos de gestión.

Si bien los cambios concretos requeridos variarán según el país, departamento o región, en función de su actual marco de gobernabilidad y las metas perseguidas, la mayoría de ellos encontrarán que hay dos asuntos fundamentales que precisan de soluciones: 1) Como promover un proceso de toma de decisiones más coordinado entre los distintos sectores y 2) Cómo mejorar la comunicación entre los diferentes niveles de decisión, desde el usuario del agua y las organizaciones locales de gestión de aguas hasta las estructuras de decisión de la cuenca hidrográfica y de ámbito regional, departamental y nacional.

ÁREAS DE CAMBIO DE LA GIRH

La adopción de un enfoque más sostenible e integrado con respecto a la gestión y desarrollo de aguas requiere de cambios en muchas áreas y en numerosos niveles. Y, aunque ello pueda parecer una propuesta abrumadora, es importante recordar que los cambios graduales rendirán resultados más sostenibles que realizar cambios totales en la revisión integral del sistema.

En el momento de iniciar el proceso de cambio, debemos considerar lo siguiente:

- ¿Qué cambios deben producirse para lograr las metas convenidas?
- ¿Dónde se pueden implementar los cambios teniendo en cuenta la situación social, ambiental, política y económica?
- ¿Cuál es la secuencia lógica del cambio?
- ¿Qué cambios han de aplicarse primero para hacer posible otros más tarde?

La caja de herramientas de la GIRH suministra instrumentos y estudios que orientan el proceso, pero para que sean efectivas, tienen que adaptarse a la situación social, ambiental, política y económica. (<http://www.sdc.admin.ch/mainportal>).

Entorno de capacitación: Un apropiado entorno de capacitación garantiza los derechos y activos de la totalidad de las partes implicadas y permite proteger bienes tales como los valores ambientales intrínsecos, básicamente, el entorno de capacitación viene determinado por las políticas nacionales, departamentales, regionales y locales, así como por la legislación, que constituye las reglas del juego, y habilita a todas las partes para el desempeño de sus respectivos roles en el desarrollo y gestión de los recursos hídricos.

También se encuadra aquí los foros y mecanismos, incluido la información y generación de capacidades,

creados para establecer dichas reglas de juego y al objeto de facilitar y ejercer la participación de los distintos actores.

Desde el nivel más alto al más bajo: Para lograr una gestión de aguas eficaz, equitativa y sostenible en el ámbito del enfoque de la GIRH, es necesario un considerable cambio institucional. Ha de promoverse la participación de todas las partes de arriba abajo y viceversa, desde el ámbito nacional, hasta el nivel de cuenca hidrográfica o de línea divisoria de aguas. El proceso de toma de decisiones debe regirse por el principio de subsidiaridad, por el que se transfiere la responsabilidad hasta el nivel más bajo competente. (Winder, S. (2006), *por servicios ambientales* Roberson, N. y S, Wunder (2005) *Huellas frescas en el bosque*).

De compañías a comunidades: A parte de las agencias gubernamentales y empresas privadas, el desarrollo y gestión de los recursos hídricos tiene que involucrar a ONGs, Fundaciones, asociaciones ciudadanas con una participación plena de mujeres y grupos desfavorecidos, así como a otros sectores de la sociedad civil. Todas estas asociaciones e instancias públicas tienen un importante papel que desempeñar en aras de una mayor accesibilidad del agua, en la búsqueda de un equilibrio entre conservación y desarrollo y en el tratamiento del agua como un bien social y económico.

Las Áreas objetivos del cambio

- *Políticas.* - Definición de objetivos para el aprovechamiento, protección y conservación del agua. El diseño de políticas ofrece una buena oportunidad para el establecimiento de objetivos nacionales, departamentales, regionales de gestión de recursos hídricos y abastecimiento dentro de un marco de metas globales de desarrollo.
- *Marco legislativo.* – Normas a seguir para la consecución de las políticas y objetivos. Las Leyes necesarias en materia de aguas abarcan la propiedad de los recursos hídricos, las licencias para usarlos (o contaminarlos), la posibilidad de transferencia de dichas licencias y los derechos. Sustentan las normativas en los ámbitos, por ejemplo, de conservación, protección, prioridades y gestión de conflictos.
- *Financiación y estructura de incentivos.* - Asignación de recursos financieros destinados a satisfacer las necesidades de agua. Los proyectos de agua tienden a ser indivisibles y de capital intensivo y son numerosos los países que tienen mucho trabajo pendiente en lo relativo al desarrollo de

infraestructura hidrográfica. Los países necesitan de metodologías inteligentes de financiación y un adecuado sistema de incentivos para alcanzar las metas de desarrollo.

Responsabilidades Institucionales

El desarrollo institucional es un elemento básico en la formulación y aplicación de las políticas y programas de GIRH. Lo que es apropiado en cada contexto lo determinan un conjunto de factores, Fase de desarrollo, medios financieros y humanos, normas tradicionales y otras circunstancias, todo ello desempeña un papel. La deficiente delimitación de responsabilidades entre los actores, unos inadecuados mecanismos de coordinación, las lagunas o solapamientos jurisdiccionales y la incapacidad para hacer corresponder las responsabilidades con la autoridad y la capacidad de acción, son ello fuentes de problemas en la ejecución de una perspectiva de GIRH. Los organismos involucrados en la gestión de recursos hídricos deben ser tomados en cuenta en las distintas configuraciones geográficas, de acuerdo a la estructura política del país, la unidad del recurso dentro de la cuenca o acuífero y la existencia y capacidades de las organizaciones ciudadanas. El desarrollo institucional no consiste simplemente en la creación de organizaciones formalmente constituidas. También implica la toma en consideración de un amplio cuerpo normativo de distintas costumbres y prácticas, ideas e información, así como de diferentes grupos de intereses y redes de asociaciones civiles, que juntos proporcionan el contexto o marco institucional en el que operan los actores y demás elementos decisivos en el área de gestión de aguas.

La importancia de la existencia de mecanismos de coordinación eficaces

Uno de los factores esenciales es la creación de mecanismos ágiles de coordinación entre las diversas instancias públicas. La integración en el sentido de solución organizativa no conduce automáticamente a la cooperación y coordinación, ni a una gestión más efectiva de los recursos hídricos. Existen numerosos ejemplos de organismos o áreas de responsabilidad que han sido fusionados sin que por ello se haya mejorado su rendimiento. A la inversa, hay también casos en los que unos mecanismos de coordinación eficaces han permitido el conveniente tratamiento de los problemas pese a implicar a varios organismos. El simple acto de concentrar todas las , funciones relacionadas con el agua en una sola instancia no eliminará necesariamente los conflictos de intereses y pueden resultar en una pérdida de transparencia.

Áreas institucionales a cambiar

- *Creación de un marco organizativo.* – Formas y funciones. Partiendo del concepto de reforma institucional como un medio para una mejor gobernabilidad de los recursos hídricos, el gestor debe tener en cuenta las organizaciones e instituciones necesarias, desde el nivel transfronterizo al de cuenca hidrográfica, y desde los cuerpos normativos hasta las autoridades locales y asociaciones ciudadanas.
- *Capacitación institucional.* – Es el desarrollo de recursos humanos. Ello incluye la optimización de las cualidades y capacidad de comprensión de los responsables públicos, gestores de recursos hídricos y profesionales de todos los sectores, así como la capacitación de los entes reguladores y en beneficio de los colectivos de la sociedad civil. (Jáuregui, P. et al. (2009), *Efectos del riego en el ingreso de las familias campesinas*)

Instrumentos de Gestión:

Los instrumentos de gestión son los elementos y métodos que hacen posible y asisten a los responsables públicos en la adopción de decisiones racionales y fundamentadas entre distintas alternativas. Dichas acciones deben basarse en políticas consensuadas, los recursos disponibles, los impactos medioambientales y las repercusiones socioeconómicas. La GIRH se basa en el conocimiento de los elementos y métodos disponibles y en la selección, ajuste y aplicación de la combinación adecuada de acuerdo a las circunstancias correspondientes.

Los instrumentos de gestión a considerar son:

- Evaluación de recursos hídricos
- Planificación
- Gestión de la demanda
- Instrumentos de cambio social
- Resolución de conflictos
- Instrumentos de regulación
- Instrumentos económicos
- Gestión e intercambio de información.

Reforma institucional para una mejor Gobernabilidad

Los modelos de gobernabilidad deben ajustarse a las particularidades sociales, económicas y culturales predominantes en una región, pero determinados principios o atributos básicos son esenciales. El enfoque adoptado en la gestión de aguas debe ser transparente, global, coherente y equitativo. De igual manera, los mecanismos de dirección tienen que dar cuenta de sus acciones, tener capacidad de respuesta y ser eficaces. Una dirección adecuada requiera la participación del gobierno, la sociedad civil y el sector privado; todos

ellos son actores fundamentales en sus distintas atribuciones para la satisfactoria ejecución de las reformas institucionales.

A la hora de reformar las instituciones para la optimización de la gobernabilidad, se ha de llevar a cabo primero una evaluación de los sistemas institucionales existentes que permitan comprender quién hace qué para quien, y ante quien son responsables. El análisis institucional debe ser capaz de identificar, por ejemplo, los posibles conflictos jurídicos, los solapamientos y la falta de claridad en cuanto a las competencias de las diferentes organizaciones, así como jurisdicción de los distintos niveles de gestión: local, regional, nacional y cada vez en mayor medida, internacional. La determinación de los elementos a modificar y la secuencia que han de seguir las reformas es esencial para el éxito de este proceso.

Creación de vínculos entre sectores y escalas

Muchas organizaciones cuya función primaria no está relacionada con la gestión de aguas ejerce la responsabilidad sobre sectores en los que el impacto en los recursos hídricos puede ser enorme. Los ámbitos de la agricultura, la industria, el comercio y la energía son algunos ejemplos. De igual manera, las entidades que gestionan recursos hídricos tendrán en cuenta áreas del dominio de otros organismos, tales como el medio ambiente y el turismo.

Las estructuras institucionales varían según el país, departamento y regiones, pero, independientemente sobre su configuración específica, es esencial disponer de mecanismos de diálogo y coordinación que garanticen un cierto grado de integración. Se debe buscar un equilibrio entre el mantenimiento de un enfoque plenamente integrado, donde puedan perderse áreas específicas por falta de conocimientos o interés y una perspectiva sectorial, en la que efectúa un seguimiento de las diferentes políticas sin prestar atención a las necesidades e impactos sobre otros sectores.

En cierta medida, el proceso en sí de la elaboración estratégica deberá servir para reunir los sectores relacionados con el agua e impulsar el proceso de establecimiento de lazos más formales. Ahora bien, es importante que en la estrategia se formulen conexiones nítidas entre los procesos de decisión de los sectores relacionados con los recursos hídricos. A la hora de buscar apoyo, resulta de utilidad que la estrategia pueda demostrar de qué manera los cambios pueden contribuir a alcanzar los objetivos claves en los sectores asociados al agua. (<http://www.bancomundial.org/>)

En algunos casos se ha creado nuevas organizaciones o bien se han modificado sustancialmente el mandato

de las ya existentes dentro del proceso de reforma de la GIRH. Las entidades vértices y organizaciones de cuencas hidrográficas son los ejemplos más comunes. Alguna de las razones para el establecimiento de estructuras de este tipo: el impulso de una acción coordinada en el ámbito hidrográfico y áreas relacionadas, tales como la gestión de tierras, entre distintos sectores y niveles de decisión, así como el fomento de una gestión más participativa de los recursos.

No obstante, la experiencia demuestra que la formación en sí de organizaciones que agrupan a cuencas hidrográficas o entidades vértices no garantiza un enfoque de GIRH, sino que deben contar con el respaldo de las políticas, Leyes e iniciativas de capacitación adecuadas. Sin embargo, la creación de estructuras de este tipo es esenciales para garantizar un enfoque de GIRH. Otras opciones son la coordinación reforzada en el ámbito hidrográfico entre los organismos sectoriales ya existentes o la atribución de esta área a un organismo con un amplio mandato sobre los recursos naturales. (Cortero D. et al. (2008), Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales).

Entidades vértices

Las entidades vértices reúnen a una serie de instancias tales como grupos de dirección de alto nivel dentro de los gobiernos nacionales, grupos de trabajo interinstitucionales (Para finalidades específicas como, por ejemplo, el control de la contaminación del agua) y consorcios internacionales para gestión de recursos hídricos.

Para impulsar la Coordinación: La meta de estas entidades es la creación de estructuras de coordinación entre las distintas organizaciones involucradas en la gestión de los recursos hídricos. En ocasiones, la política y la gestión hidrológica están concentradas en un órgano de gobierno concreto, pero en muchos casos la responsabilidad sobre el agua se la reparte en una serie de organismos (Ministerios de riego, de agua, de medio ambiente, obras públicas, etc) que pueden experimentar dificultades a la hora de operar conjuntamente. En este tipo de situaciones, una entidad vértice puede ejercer una útil función coordinadora.

Para impulsar un enfoque más global en la toma de decisiones en el ámbito del agua: La creación de entidades vértice puede ayudar a liberar las decisiones sobre distribución del agua de la administración exclusiva de un sector concreto, permitiendo una asignación más estratégica. También puede fomentar las reformas que, aunque muy necesarias desde la perspectiva del desarrollo sostenible, es posible que choquen con intereses políticos dentro de un sector específico.

Enseñanzas en el establecimiento de entidades vértice a partir de la GIRH

- Las experiencias satisfactorias recabadas hasta la fecha en cuanto a la creación de entidades vértice robustas y respetadas son bastante limitadas o no existen en nuestro medio.
- La formación de una entidad vértice o coordinadora puede requerir de un largo proceso, puesto que las estructuras nuevas necesitan de tiempo para adquirir legitimidad.
- La eficacia de una entidad vértice viene determinada por el contexto político e histórico en que opere.
- Para que una entidad vértice funcione adecuadamente, todos los actores implicados en su ámbito de su jurisdicción han de fortalecer el compromiso respecto a ella y garantizar unas competencias apropiadas. En este aspecto son importantes la gestión de conflictos y las técnicas de concienciación.

Organizaciones a nivel de cuenca hidrográfica

Las organizaciones de cuenca hidrográfica trabajan con la gestión de recursos hídricos en la cuenca de un río, lago o acuífero de importancia. Pueden ser útiles para recuperar las divisiones administrativas tanto dentro de las regiones, departamentos, los países como a nivel transfronterizo. Las organizaciones de cuenca hidrográfica ofrecen un mecanismo para garantizar la inclusión de los usos y necesidades de las tierras en la gestión de aguas, y viceversa. Sus funciones van desde la distribución del agua y la gestión y planificación hídrica hasta las iniciativas de formación de las comunidades que habitan en la cuenca y el desarrollo de estrategias y programas de gestión de recursos naturales para la recuperación de terrenos y vías fluviales deterioradas. También pueden desempeñar un papel importante en la facilitación, la obtención de consensos y la gestión de conflictos. (Jáuregui, P. et al. (2009), Efectos del riego en el ingreso de las familias campesinas) (Petersen I. (2010), *Pago por servicios ambientales (PSA). ECOFINANCE. GTZ.*)

Para el impulso de una gestión integrada entre los sectores y entre las fronteras regionales y nacionales

Las organizaciones de cuenca hidrográfica, si funcionan de modo apropiado, pueden contribuir a una gestión integrada entre los distintos sectores y más allá de las divisorias administrativas. Ya existen ejemplos en otros países de la implementación de la gestión integral de los recursos hídricos, con muy buenos resultados alcanzados. También hay casos que por la mucha o exagerada intervención del Estado nacional han fracasado o se encuentran paralizados la GIRH.

Para impulsar una gestión más participativa

Los organismos de administración de cuencas hidrográficas también pueden servir de mecanismos de unión entre las iniciativas de planificación nacional, departamental y la toma de decisión regional y local. Es importante para lograr una gestión exitosa la participación de todos los actores sociales, económicos y ambientales que forman parte de una cuenca hidrográfica

CONCLUSIÓN

Los aspectos que se desarrollan a continuación, son imprescindibles tomarlos en cuenta, para lograr una gestión integral de los recursos hídricos o contar con gobernabilidad:

Características principales para un óptimo rendimiento de las organizaciones de gestión de cuencas hidrográficas en base a la GIRH

- Capacidad para establecer competencias técnicas fiables.
- Prioridad sobre los problemas recurrentes de carácter grave, como las inundaciones, sequías y déficits en el suministro, así como la prestación de soluciones aceptables para todas las partes involucradas.
- Una amplia implicación por parte de los actores, donde se vele por la participación de las bases de la población en el conjunto de la cuenca hidrográfica (por ejemplo, a través de foros sobre el agua).
- Capacidad para la recaudación de cuotas y obtención de ayudas y/o créditos.
- Una clara delimitación jurisdiccional y competencias apropiadas.

Elementos básicos del desarrollo estratégico

Los elementos básicos fundamentales en la gestión de un proceso de desarrollo de estrategias son los siguientes:

- Funciones y responsabilidades
- Un marco para la implicación de las distintas partes.
- La creación para una base de conocimientos
- Establecimiento de puntos de referencia e indicadores.
- Puesta en marcha de mecanismos de supervisión y evaluación.

Diferencia entre plan y estrategia

La planificación y el desarrollo estratégico son elementos estrechamente vinculados, pero, mientras que el objetivo de la planificación es la identificación de actividades concretas, el desarrollo de estrategias pone el

énfasis en la definición de directrices para el futuro. En una estrategia se definen los objetivos y se determina la manera de lograr dichas metas, talvez incluso delineando una serie de posibilidades adaptadas a distintas contingencias. La planificación es, en este sentido, la traducción concreta de la estrategia escogida en objetivos, activos y medios asociados.

Desarrollo estratégico	Planificación
Define las directrices	Establece directrices
Impulsa la innovación	Se basa en ideas ya existentes
Se guía por visiones y metas	Se guía por metas concretas
A largo plazo	A corto plazo
Síntesis	Análisis
Se centra en los potenciales y oportunidades	Se centra en la resolución de problemas (puntos débiles y amenazas)
Basado en las posibilidades de futuro	Basados en las tendencias del presente

Definición de responsabilidades

La manera de que un país, departamento o región decida definir las funciones y responsabilidades dependerá en gran medida de su situación particular, incluyendo su marco de planificación y su estructura de toma de decisiones. Algunos países cuentan con procesos de planificación de tipo centralizado, mientras que otros delegan a los departamentos y regiones buena parte de la responsabilidad en la planificación y toma de decisiones sobre la gestión del agua. No existe un único modelo administrativo correcto. Ahora bien, sea cual sea el modelo preferido, las competencias y obligaciones de los distintos actores deben ser claramente precisadas en la fase inicial y se deben crear mecanismos adecuados de rendición de cuentas.

Construcción de un grupo de dirección

La creación de un grupo de dirección interministerial a ser posible apoyado por un equipo de gestión compuesto por profesionales cualificados, puede contribuir a la asimilación simultánea de la estrategia por parte de los distintos sectores y ayudar a hacer realidad las reformas aprobadas. Las experiencias extraídas en los programas para el examen de los procesos de gestión integral de los recursos hídricos y terrestres que han sido desarrollados en un conjunto de cuencas hidrográficas repartidas por todo el mundo sugiere entre otras cosas, que los comités interministeriales nacionales pueden desempeñar una función activa en dichos procesos, no limitándose simplemente a la aprobación de los planes y estrategias ya elaborados, sino adoptando de hecho un papel concreto en la dirección del proceso.

Dada la importancia de la función que ejerce el comité de dirección para el éxito de la estrategia, en la elección de sus integrantes se debe tener en cuenta tanto el nivel de influencia de éstos como su grado de implicación en el proceso. El mismo grupo de dirección puede supervisar también los avances registrados en su aplicación y someterse a la autoridad de una instancia superior. En los compases iniciales del proceso de formulación debe proceder a la identificación de un equipo de gestión altamente cualificado.

El hecho de encomendar a dicho equipo la responsabilidad en la gestión del desarrollo de la estrategia y el proceso de aplicación de la misma fomenta su asimilación interior e impulsa su dinamismo.

Distribución de funciones y responsabilidades entre los distintos niveles de gobierno

La estrategia debe estar bien cimentado o definida entre los diversos niveles de gobierno (Central, departamental, regional y local), así como el conjunto de la población, para evitar de este modo cualquier posible trastorno a causa de un cambio de gobierno o por la salida de actores claves. Ello se logra mediante la adecuada selección de los grupos de dirección y gestión y a través de organizaciones facilitadoras, como, por ejemplo, las ONG.

Si buena parte de la responsabilidad del desarrollo estratégico se localiza a nivel regional, deben crearse mecanismos de coordinación para garantizar que el proceso resulte en una estrategia única y coherente, y no en una multitud de estrategias sin conexión alguna o solamente tenues.

Implicación de las distintas partes

Para una máxima eficacia, las estrategias deben equilibrar 2 requisitos con frecuencia en conflicto. Por una parte, deben ganarse el amplio apoyo de los actores para su exitosa aplicación y, al mismo tiempo, deben evitar caer en la trampa de un proceso de consulta interminable a costa de la acción. La clave para equilibrar dichas demandas consiste en asegurar una extensa participación de los diferentes actores de un modo organizado y a partir de un calendario concreto, con fases apropiadas, donde se incluyan mecanismos de resolución de conflictos. No obstante, es necesario reconocer que la obtención del apoyo y participación de los actores en la gestión y desarrollo integrados de los recursos hídricos en un proceso continuado, no en un esfuerzo que simplemente se detenga al completarse la estrategia inicial.

Fomentando una valiosa participación

Las actividades de comunicación deben facilitar a todos los actores involucrados la formación de una visión realista de conjunto acerca del uso y gestión de los recur-

osos hídricos. Asegurará también que todos ellos estén al tanto de la labor de preparación de la estrategia y que comprendan la marea en que pueden contribuir y la forma en que va a ser utilizada su aportación. La comunicación con los actores tiene que ser bidireccional y tanto en sentido ascendente como descendente. Tratar de vender las decisiones adoptadas a puerta cerrada no dará resultado.

Una plataforma de participación asociada, donde se encuadre un amplio espectro de foros (citas informales, talleres, procesos de consulta, reuniones públicas, entrevistas de grupos temáticos, mesas redondas y eventos mediáticos) pueden ayudar a que distintos colectivos realicen importantes aportaciones al proceso de desarrollo estratégico. Una plataforma de este tipo puede contribuir a precisar de manera continuada las metas, objetivos y actividades. Lo ideal sería que la mencionada plataforma fuera percibida por todos como el foro adecuado y lógico para tratar cualquier cuestión relacionada con la gestión de los recursos hídricos. Las estrategias tendrán más probabilidades de lograr sus objetivos si las mujeres adquieren en ellas un papel activo como participantes y responsables del proceso.

Negociaciones y gestión de conflictos

Contentar a todo el mundo es imposible, motivo por el cual los mecanismos de negociación y resolución de conflictos son un ingrediente importante, buena parte de la gestión integrada de los recursos hídricos es esencialmente un proceso de gestión de conflictos. En última instancia, recae sobre el gobierno nacional la responsabilidad de resolver las disputas que puedan surgir durante la fase de formulación de la estrategia. Aunque, estas medidas ayudarán a reducir el número de litigios que puedan emerger en las fases subsiguientes de aplicación, no eliminarán estos por completo. Así pues, normalmente será necesario establecer algún tipo de metodología formal para la resolución de conflictos sobre una base continuada.

Entre los actores principales en la formulación de una estrategia se incluyen

- Los Ministros gubernamentales e instituciones relacionadas que operan en el ámbito de la planificación y fijación de políticas de desarrollo nacional.
- Los Ministros gubernamentales e instituciones relacionadas involucrados en sectores esenciales asociados al agua, incluyendo el abastecimiento e instalaciones de saneamiento de tipo doméstico, la irrigación, la agricultura, el sector energético, el sector sanitario, la industria, los transportes, el sector pesquero y el turismo.
- Servicios públicos relacionados con el agua, organismos e instancias relacionadas (comités de desarrollo del agua, otros)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA)
<http://www.jica.go.jp/english>

Cooperación al Desarrollo de los Países Bajos
<http://www.minbuza.nl/>

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (CO-SUDE)
<http://www.sdc.admin.ch/mainportal>.

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)
www.usaid.gov

Banco Mundial
<http://www.bancomundial.org/>

Winder, S. (2006), por servicios ambientales
Roberson, N. y S, Wunder (2005) Huellas frescas en el bosque.

Jáuregui, P. et al. (2009), Efectos del riego en el ingreso de las familias campesinas

Cortero D. et al. (2008), Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales.

Petersen I. (2010), Pago por servicios ambientales (PSA). ECOFINANCE. GTZ.

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES EN LA ALTA CUENCA DEL RIO ANTUCO, COMO BASE DE UNA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.

CHARACTERIZATION OF WETLANDS IN THE UPPER ANTUCO RIVER BASIN, AS THE BASIS OF AN ECOLOGICAL RESTORATION.

Jerez, Matías Enrique, Ortega Lucrecia del Milagro, Cardozo, Ana Luz y Pereyra, Pablo 1

1Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. CECRIM (Centro de Estudios de Cuencas y Ríos de Montaña)

Dirección de correspondencia: Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Avda. Bolivia 5150.

Correo electrónico: matiasjerez@hotmail.com

Celular: (+54 9) 3875157580

RESUMEN

Los humedales altoandinos son ecosistemas frágiles, escasos y con un endemismo relevante. Han sido utilizados históricamente por los grupos humanos y desde hace varias décadas por sectores relevantes de la economía.

La Región de la Puna se caracteriza por sus particularidades climáticas que condicionan en gran medida a la disponibilidad de recursos hídricos. Esto se debe a la orografía de la zona, cuyos cordones montañosos alcanzan gran altitud hacia el oeste captando la humedad de los vientos que provienen del Sector Atlántico. Esta condición es característica en la zona de estudio, por lo que se puede afirmar que el área corresponde a la zona de Puna Desértica, con precipitaciones anuales escasas. Debido a su configuración general de cuenca endorreica, la Puna carece de ríos de gran magnitud, podemos encontrar arroyos de mayor o menor importancia que pierden su caudal por infiltración que desembocan en los valles formando salares y/o vegas.

La flora de las vegas está adaptada a las condiciones ambientales extremas de la Puna Altoandina y se caracterizan por presentar un microrrelieve fuertemente ondulado con una red intrincada de canales o cursos de agua corriente; se relaciona con la dominancia de especies herbáceas que forman los céspedes planos o regulares de los tipos vegetacionales de vegas. Además, están asociados a cursos de agua corriente permanente, con mayor concentración de oxígeno y baja salinidad (Ortega, 2012)

En la actualidad, los humedales presentan procesos de desertificación, en este contexto la implementación de iniciativas para la conservación de estas cuencas, con énfasis en los recursos hídricos, ha puesto a la luz muchas limitaciones técnicas principalmente debido a la falta de conocimiento sobre los procesos hidrológicos y los impactos de las prácticas humanas sobre el recurso agua. La variabilidad de ecosistemas, climas y geomor

fología complica la aplicación de resultados generales y exige un mayor número de investigaciones hidrológicas a nivel local.

Todos los humedales comparten una propiedad primordial que es la presencia de agua. Ésta juega un rol fundamental en la determinación de la estructura y las funciones ecológicas del ecosistema. Además, los humedales son un “espejo” de la condición ambiental de la cuenca, es por ello que diferencias en magnitud, frecuencia y duración del caudal que reciben genera una variedad de respuestas dentro de éste. Eso provoca que a diferencia de los ecosistemas terrestres los humedales puedan presentar una gran variabilidad tanto en el tiempo como en el espacio (SAG, 2006).

La cuenca del río Antuco presenta 14 humedales, que han sido relevados mediante el uso de SIG por Fiad (2016), indicándose que los humedales Ancho, Tres Ojitos y Casa de Champa se encuentran en un proceso de sucesión ecológica en donde los pajonales hídricos han ido avanzando sobre la superficie ocupada por las vegas. En este sentido Fiad (2016) indica que tal situación puede deberse a: la variación hídrica interanual producto del fenómeno ENOS y del pastoreo.

Es por ello, que se plantea dar inicio a un proceso de rehabilitación y restauración ecológica de los sectores en donde se registra el retroceso de los humedales.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la primera etapa de un plan de restauración ecológica, que tiene por objetivo caracterizar un ecosistema de referencia, es decir aquella área que aún conserva las condiciones y características originales de un humedal, seleccionándose los humedales Río Blanco, Alcamuerte y Marcos como ecosistemas de referencia y que se ubican en la cabecera de la cuenca del río Antuco.

PALABRAS CLAVE

Humedal, ecología, restauración, cuenca hidrográfica, SIG.

ABSTRACT

High Andean wetlands are fragile, scarce ecosystems with a relevant endemism. They have been used historically by human groups and for several decades by relevant sectors of the economy.

The Puna Region is characterized by its climatic peculiarities that largely condition the availability of water resources. This is due to the orography of the area, whose mountain ranges reach high altitude to the west capturing the humidity of the winds that come from the Atlantic Sector. This condition is characteristic in the study area, so it can be said that the area corresponds to the Desert Puna area, with low annual rainfall. Due to, its general configuration of endorheic basin, the Puna lacks large rivers, we can find streams of greater or lesser importance that lose their flow by infiltration that flow into the valleys forming salt flats and / or vegas.

The flora of Las Vegas is adapted to the extreme environmental conditions of the High Andean Puna and is characterized by a strongly undulating micro relief with an intricate network of channels or streams of running water; It is related to the dominance of herbaceous species that form flat or regular lawns of vegetative types of vegas. In addition, they are associated with permanent running water courses, with higher oxygen concentration and low salinity (Ortega, 2012)

Currently, wetlands have desertification processes, in this context the implementation of initiatives for the conservation of these basins, with emphasis on water resources, has brought to light many technical limitations mainly due to the lack of knowledge about the processes hydrological and the impacts of human practices on the water resource. The variability of ecosystems, climates and geomorphology complicates the application of general results and requires a greater number of hydrological investigations at the local level.

All wetlands share a primary property that is the presence of water. This plays a fundamental role in determining the structure and ecological functions of the ecosystem. In addition, wetlands are a "mirror" of the environmental condition of the basin, which should differences in magnitude, frequency and duration of the flow they receive generates a variety of responses within it. This causes that, unlike terrestrial ecosystems, wetlands can present great variability both in time and space (SAG, 2006).

The Antuco river basin has 14 wetlands, which have been relieved through the use of GIS by Fiad (2016), indicating that the Ancho, Tres Ojitos and Casa de Champa wetlands are in an ecological succession process where the water pastures have It was advancing on

advancing on the surface occupied by Las Vegas. In this sense, Fiad (2016) indicates that this situation may be due to: the interannual water variation resulting from the ENSO phenomenon and grazing.

That is why it is proposed to begin a process of rehabilitation and ecological restoration of the sectors where the recession of wetlands is recorded.

This paper presents the preliminary results of the first stage of an ecological restoration plan, which aims to characterize a reference ecosystem, that is, the area that still retains the original conditions and characteristics of a wetland, selecting the Río Blanco wetlands, Alcamuerte and Marcos as reference ecosystems and located at the head of the Antuco river basin.

KEY WORDS

Wetland, ecology, restoration, hydrographic basin, GIS.

INTRODUCCIÓN

Los humedales son considerados dentro de los ecosistemas más importantes del planeta (Mitsch & Gosselink, 2000). Desde el punto de vista ambiental, los Humedales puneños llamados Vegas son un importante ecosistema para la región Puneña. Corresponden a sistemas ecológicos azonales hídricos, correlacionados con un aporte hídrico permanente y constante durante la temporada de crecimiento (fines de primavera, verano e inicios de otoño) y que, desde el punto de vista de la vegetación, se caracterizan por su presencia en ambientes normalmente árido-fríos mantienen una diversidad biológica única y se caracterizan por un alto nivel de endemismo, tanto de especies animales como vegetales, terrestres y acuáticas. Estos humedales son, además, refugio y zonas de reproducción de una gran cantidad de especies que se encuentran con problemas de conservación, juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas andinas y de los sistemas hidrográficos que sostienen actividades de importancia económica y social. Su alta fragilidad está asociada a causas naturales, como el cambio en el régimen pluviométrico y también a causas antrópicas, como las actividades de drenaje, pastoreo excesivo, o alteración en el régimen hídrico y minería no sostenible. Muchos humedales se están perdiendo de manera acelerada, el desconocimiento sobre su dinámica y ecología han influido sobre este escenario

Muchos se están perdiendo de manera acelerada sobre todo por mal manejo y desconocimiento de su importancia económica y ecológica.

Para su comprensión debemos abordar de manera holística su estudio y manejo, con lo que la caracterización de la variación temporal se vuelve una herramienta importante para esta tarea.

En este sentido cobra relevancia las propuestas para la recuperación y restauración de los humedales de altura para lo cual es necesario realizar un estudio integral de los parámetros ecológicos e hidrológicos que determinan el funcionamiento de los mismos.

El primer paso para una potencial restauración ecológica, consiste en ubicar un sitio modelo o ecosistema de referencia a partir del cual se plantean las acciones, para dar inicio al proceso de restauración. En el presente trabajo se presentan los resultados preliminares, referidos a la caracterización del ecosistema de referencia en la alta cuenca del río Antuco, entendido como el área que aún mantiene ciertas características originales que deberá alcanzar el sitio a restaurar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La cuenca del río Antuco se encuentra ubicada en la Provincia de Salta, Dpto. Los Andes, a unos 45 km aproximadamente de San Antonio de los Cobres y a 170 km de la Ciudad de Salta. Se accede a la misma mediante la Ruta Nacional 51 y a la altura de las coordenadas (24°10'31.68"S – 66°38'13.02"O) antes de Esquina Azul, se debe empalmar con un camino interno, no consolidado, de una extensión aproximada de 14 km que conduce al área de estudio en dirección norte-sur. El clima de la región alto andina puede definirse como frío, seco, con marcadas características continentales y estacionales (Tecchi, 1992). De acuerdo a la clasificación climática de Meigs (1952), corresponde a un área semiárida con estación lluviosa en verano. Al utilizar los índices de Thornthwaite (1948) se define que la cuenca del río Antuco presenta un régimen árido (Bianchi y Yáñez; 1992)

Por otra parte, se observan precipitaciones escasas que se concentran en el trimestre estival, bajas temperaturas en invierno y grandes amplitudes térmicas en cualquier época del año, nubosidad muy débil y máxima insolación (Ortega, 2012), con una temperatura media anual de 7.1°C (Bianchi, 1996), una amplitud térmica diaria de 20°C y precipitaciones medias anuales de 65 mm (Estación Olacapato) (Bianchi & Yáñez, 1992). La caracterización de la cuenca del río Antuco abarcó 3 instancias: investigación en gabinete, análisis de imágenes satelitales y finalmente visitas de campo.

En primera instancia se elaboró un mapa de la cuenca y su red de drenaje, mediante el uso de herramientas SIG e imágenes satelitales LandSat 8.

Para la identificación y caracterización de los humedales presentes en la cuenca Antuco, se realizaron tareas de gabinete y campo, procediendo de la siguiente manera:

En gabinete mediante el uso de imágenes Google

Earth, se ubicaron geográficamente los ambientes reconocidos como humedales, siendo el principal criterio para este reconocimiento el grado de saturación de agua.

En cada punto de monitoreo se caracterizaron los humedales adoptando el criterio formulado por el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG) publicado en la guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altioplánica (SVAHT). Esta metodología se define a partir de la dependencia de la humedad del sitio y la composición específica de la vegetación. En base a esto se definieron las siguientes unidades de vegetación que en conjunto definen un humedal: Vegas, Pajonales hídricos y Ambiente Ripario. Para la caracterización de la composición florística de los humedales, se realizaron muestreos de vegetación en cada uno de las unidades de vegetación antes definidas, los cuales consistieron en la delimitación de parcelas permanentes de 25 m de largo y 2 m de ancho lo que representa un total de 50 m². En la siguiente tabla se presentan la ubicación geográfica de las parcelas permanentes:

Tabla 1. Ubicación geográfica de parcelas

Caudal	Y	X
Q1	7315078.24	3435069.58
Q2	7315091.17	3434536.47
Q3	7315087.94	3434502.64

Fuente: Elaboración propia

Los datos fueron procesados en gabinete y se obtuvieron los siguientes parámetros:

Riqueza, abundancias y se calculó el índice de diversidad de Shannon.

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Dónde: p_i = Abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener un número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Se realizaron mediciones de caudal en tres sitios, mediante el método del flotador y el método volumétrico dadas las características de los cauces relevados y la variación del volumen de agua escurrido según el lugar del muestreo y la época del año en que se realizó la visita. En la siguiente tabla se presenta la ubicación geográfica de los puntos de medición:

Tabla 2. Ubicación geográfica de los puntos de medición de caudal.

Caudal	Y	X
Q1	7315078.24	3435069.58
Q2	7315091.17	3434536.47
Q3	7315087.94	3434502.64

Fuente: Elaboración propia

El método del flotador, consiste en medir, en una primera instancia, la velocidad superficial del agua mediante algún elemento flotador. Luego se mide la sección transversal del cauce, obteniéndose así los datos para estimar el caudal expresado en m/s.

$$Q=S \times V$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/s)

S: Sección del cauce (m²)

V: Velocidad de escurrimiento (m/s)

Mediante el uso de un medidor multiparametrico Milwaukee Sm 801 se obtuvieron los valores de los siguientes parámetros: pH, temperatura del agua, conductividad y sólidos disueltos totales. Previo a la toma de datos en campo el equipo fue calibrado utilizando las soluciones correspondientes.

Finalmente, con todos los datos obtenidos se confeccionó el mapa actual de ubicación y extensión de los humedales para la cuenca. Para ello se emplearon imágenes del satélite Sentinel 2 A en sus bandas 11, 8 y 4 correspondientes al año 2018. A fin de resaltar el componente vegetación se combinaron las bandas mencionadas mediante el uso de herramientas SIG, obteniéndose en primera instancia un mapa no supervisado; con los puntos GPS (puntos de control) tomados en campo se procedió a realizar una clasificación supervisada obteniéndose el mapa de distribución y extensión de humedales actualizado al año 2018. La ubicación, toponimia y uso de los humedales fue corroborada a partir de la entrevista realizada a la Sra. Rita Ramos, única puestera de la cuenca.

RESULTADOS

La cuenca del río Antuco se encuentra delimitada al oeste por el Cordón de Olacapató con altitudes superiores a los 4000 msnm, que culmina con el nevado de Quevar (6130msnm) y hacia el este por el Cordón de Antucoque alcanza su altitud máxima en el Co. San Jerónimo (5400 msnm). El área de estudio se ubica dentro de la Subcuenca Cauchari- Olaroz. Está conformada por cursos fluviales de régimen temporario que en ningún caso llegan hasta el salar.

Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca Antuco.



Presenta dos cauces importantes, el Río Antuco que es de régimen permanente y su afluente principal el Río Blanco, el cual se comporta como un torrente, es decir que es un cauce que permanece seco durante casi todo el año, pero cuando crece lo hace de forma repentina con gran capacidad erosiva (Mármol, 2010). Este último se ubica por encima de los 4500 msnm en la cabecera de la cuenca.

El cauce principal de la Cuenca del Río Antuco es de Orden 4. La mayor cantidad de cursos corresponden al orden 1 con el 58,8%, mientras que los de orden 2 y 3 están representados en un 26,2% y 14,2% respectivamente. Tal como se observa en la siguiente figura la distribución de los cauces de orden 1 se corresponde con zonas de alta pendiente que se encuentran en la zona alta de la cuenca. Por otra parte, tal como se observa en la figura anterior, los cursos de orden 1, se ubican en su mayoría sobre la cabecera de la cuenca y sobre ambas laderas, comportándose como verdaderos torrentes y pueden originar procesos erosivos.

Los humedales se definen como ecosistemas estratégicos debido a que regulan y son fuentes de agua para diversas actividades humanas, son ecosistemas de alta biodiversidad y hábitat de especies de flora y fauna amenazadas, son centros de endemismo, son espacios de vida para diferentes comunidades locales. Se caracterizan por presentar un suministro más o menos constante de agua que condiciona el establecimiento de la vegetación y sus diferentes unidades.

En la cuenca del río Antuco se pudieron identificar humedales con presencia de costras salinas y otros con ausencia de las mismas. Así también la mayor o menor presencia de sales en el suelo y la humedad del mismo, son muy incidentes en la composición específica de la vegetación de los humedales, formándose así los bofedales, pajonales y vegas, siendo estas últimas las menos dependientes del aporte subterráneo y por el contrario los bofedales son aquellas que más la necesitan y por lo tanto más sensibles a su variación. En el caso de las vegas, el principal aporte hídrico está dado por el escurrimiento superficial de un curso de agua contiguo.

En referencia a lo anteriormente mencionado, en la cuenca se encuentran humedales que difieren según el tipo de aporte hídrico que a continuación se detalla.

Tabla 3. Humedales de la cuenca según el suministro hídrico

Humedal	Suministro hídrico
Marco	Surgencia: como vertientes, las que permiten la presencia de lagunas someras.
Alcamuerte	
Río Blanco	Suministro lateral: dado por el Río Blanco

Caracterización de los humedales en función de la vegetación

A partir de la clasificación propuesta por SAG, las unidades de vegetación presente en los humedales de la cuenca del río Antuco.

- Vegas
- Pajonales hídricos
- Ambiente Ripario

Pajonales hídricos

Son sectores que presentan una mayor concentración de sales en superficie, los niveles freáticos son medianos a altos y el suelo tiene un contenido e materia orgánica media a baja. Las especies vegetales tiene crecimiento cespitoso (en macollos), con desarrollo de follaje aéreo alto (mayor a 40cm. De altura), conformando penachos herbáceos de tamaño medio a grandes. En la parcela correspondiente a Pajonal Hídrico se contabilizaron un total de 151 individuos de Deyeuxia eminens y 133 individuos de Festuca argentinensis.

Fotografía 1. Vista panorámica de Pajonal Hídrico.



Vegas

Son sectores con niveles freáticos superficiales a sub-superficiales, pudiendo o no presentarse niveles de saturación y el contenido de materia orgánica del suelo es medio a bajo, presentándose en este último caso, mayor afloramiento salino.

Las especies presentan crecimiento rizomatoso, desarrollando un césped parejo o con desarrollo de pequeños cojines herbáceos menores a 40 cm. de altura de follaje.

Fotografía 2. Vista panorámica de Vega



Ambiente ripario

Esta unidad de vegetación se caracteriza por la dominancia de *Parastrephia phylicaerformis* (Tola de río). Se encuentra asociada al Río Antuco, ubicándose en las márgenes.

En la parcela correspondiente a ambiente ripario se contabilizaron un total de 34 individuos de *Parastrephia phylicaerformis*, y 28 individuos de *Festuca orthophylla*

Fuente: Elaboración propia



Lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza, como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad (Moreno, 2001). Es por este motivo que para el análisis de resultados se trabajó con el índice Shannon y Wiener (Abundancia Proporcional).

En la siguiente tabla se presentan los índices calculados para el área

Tabla 4: Índice de diversidad para los ambientes e la cuenca del río Antuco.

Índices	Pajonal Hídrico	Vega	Ambiente Ripario
Riqueza	2	2	2
Abundancia	284	177	62
Shannon y Wiener (H)	0,691	0,033	0,688

Según se observa el ambiente pajonal hídrico presentó el mayor índice de riqueza de los cuatro ambientes, con un total de 2 especies registradas. Se destaca que las mediciones se tomaron en el mes de marzo-abril por lo que no se lograron contabilizar la totalidad de las especies. Se espera completar la información con la campaña correspondiente a la estación húmeda, en la siguiente tabla se presentan la ubicación geográfica de los humedales de la cuenca Antuco.

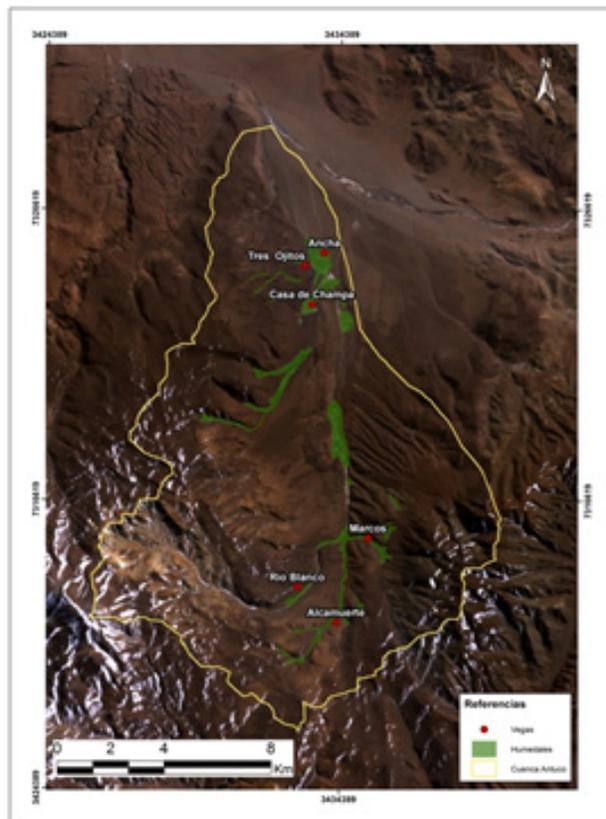
Tabla 5. Ubicación y uso de los humedales en la Cuenca del río Antuco

Humedal	Ubicación geográfica	Altitud	Uso actual
Vega Marcos	7315078.24 3435069.58	4600-4700	Sin uso
Vega Río Blanco	7315087.94 3434502.64	4600-4800	Sin uso
Vega Alcamuerte	7315091.17 3434536.47	4500-4900	Sin uso

Fuente: elaboración propia

A partir de la información aportada por la Sra. Ramos y por el trabajo de campo se confeccionó el siguiente mapa de ubicación de humedales.

Figura 2. Ubicación geográfica de los humedales de la cuenca Antuco.



En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de caudales y parámetros físicos-químicos.

Tabla 6. Ubicación y uso de los humedales en la Cuenca del río Antuco

Humedales	Sección (m2)	Velocidad media (m/s)	Q (m3/s)
Vega Marcos	0,0122	2,03	0,0248
Vega Alcamuerte	0,047	1,86	0,0874
Río Blanco	0,0141	1,06	0,0149

Tabla 7. Ubicación y uso de los humedales en la Cuenca del río Antuco

Parámetros	Vega Marcos	Vega Alcamuerte	Río Blanco
pH	6.3	5.4	2.25
CE (micros/cm)	250	240	1
SD (ppm)	116.67	130	1750

DISCUSIÓN

Los humedales son unidades funcionales de suma importancia, especialmente en regiones áridas donde proveen tanto recursos hídricos para el sustento de la biodiversidad y poblaciones locales; como minerales y turísticos para el desarrollo local y regional (MEA 2005). En nuestra región de estudio se encuentran tipos muy particulares de humedales, como lagos y lagunas (la mayoría salinas) que soportan importantes poblaciones de aves migratorias (Caziani y Derlindati 1999, Tabla 1); los salares de mayor altitud conocidos y con importantes recursos mineros como cloruro de sodio (sal común de mesa), boratos y litio; y Las Vegas, que debido a sus características funcionales y sus patrones de distribución espacial son el soporte de la biodiversidad (Izquierdo et al. 2015, Nieto et al., 2016) y los proveedores de servicios ecosistémicos básicos a las poblaciones locales (Anderson et al. 2009)

Los humedales de la alta cuenca del río Antuco, son considerados ecosistemas de referencias, razón por la cual es necesaria su caracterización ecológica, en este primer relevamiento se describió la flora asociada a tres tipos de ambientes, típicos de los humedales Alcamuerte, Marcos, Río Blanco y sus caudales superficiales. En la actualidad se continúa con la toma de datos para estudios limnológicos, análisis de calidad de ribera (QBR And) y determinación de aportes hídricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta R., Ríos B., Rieradevall M. y Prat N. 2008. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú.
- Fiad A. 2016 "Caracterización Hidrológica Ambiental y Variación Temporal de los Humedales de la Cuenca del

Río Antuco, Depto. Los Andes, Provincia de Salta” Universidad Nacional de Salta.

Andes, Provincia de Salta” Universidad Nacional de Salta.

Manjarrés J. 2016 “Caracterización ecohidrológica de la Cuenca del Río Antuco” Universidad Nacional de Salta.
Faundez L y Gajardo M. 1993. Estudio de humedales: las vegas y bofedales de la I y II región.

Faundez L., 2004. Tercer Informe del proyecto CHI/01/G36, Conservación de la biodiversidad y manejo sustentable del salar del Huasco, región de Tarapacá, Chile.

Figuroa R., Suarez M.L.,AndreuA.,Ruiz V. y Vidal Abarca M.2009. Caracterización Ecológica de Humedales de la Zona Semiárida en Chile Central.Gayana(-Concepción).

Lencina M .2015. Diagnóstico de las condiciones y potencialidades de los recursos naturales en Comunidades Andinas. Aportes para un manejo sustentable y revalorización de actividades ancestrales. Facultad de ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.

Ortega, Lucrecia. 2012. Estudio integral de la cuenca del arroyo Olacapato. Los Andes. Provincia de Salta. Tesina de grado. Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.

SAG – CEA, 2006. Conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales.

Spellerberg, I. F. 1991. Monitoring Ecological Change. Cambridge University Press, New York

Valencia, C. I. Monitoreo Hidroclimático y Caracterización en la Cuenca del Río Tocomar. Dpto Los Andes, Provincia de Salta. Facultad de Ciencias de Naturales. Universidad de Salta.

LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DURANTE EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

Caso: Procesos de venta de productos y servicios de un centro de Belleza.

THE ADMINISTRATION AND MANAGEMENT OF THE DOCUMENTATION DURING THE DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEMS.

Case: Sales processes of products and services of a beauty center.

Choque Gonzales Omar Amilkar- Alcoba Gutiérrezes Javier Alejandro

Docentes de Grado y Postgrado, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Dirección de correspondencia: Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco – (Campus Universitario) Yacuiba – Bolivia

Correo electrónico: ocho@uajms.edu.bo

Celular: (+591) 72957902

RESUMEN

Hoy en día las empresas se ven inmersas en un ambiente altamente competitivo donde la toma de decisiones estratégicas y de negocio marcan una gran diferencia en la carrera hacia la permanencia y el éxito empresarial.

Este éxito, en gran medida se debe al desarrollo tecnológico propio de cada organización y principalmente al desarrollo de los sistemas de información que ayudan a administrar, recolectar, recuperar, procesar, almacenar y distribuir información relevante para los procesos fundamentales de cada organización.

Su implementación, requiere de una aplicación de ingeniería informática tanto en su arquitectura estática como dinámica siendo la documentación un aspecto que documenta el proceso de desarrollo, las tareas y actividades de la organización además de reducir en gran medida la dependencia de los desarrolladores mediante el registro oportuno del proceso lógico utilizado en la construcción del sistema de información.

El presente artículo describe las principales etapas del proceso de documentación en el caso del desarrollo de un sistema de información para la gestión de ventas de productos y servicios de un centro de belleza. Sirviendo como guía para los profesionales inmersos en la ingeniería informática y de sistemas.

PALABRAS CLAVE

Sistemas, sistemas de información, desarrollo, modelo, notación, documentación, arquitectura de sistemas, ingeniería de software.

ABSTRACT

Today, companies are immersed in a highly competitive environment where strategic decision-making and business makes a big difference in the race towards

permanence and business success.

This success is largely due to the technological development of each organization and mainly to the development of the information systems that help to manage, collect, retrieve, process, store, and distribute information relevant to the fundamental processes of each organization.

Its implementation requires a computer engineering application both in its static and dynamic architecture, being the documentation an aspect because it documents the development process, the tasks and activities of the organization in addition to greatly reduce the dependency on developer through the timely registration of the logical process used in the construction of the information system.

This article describes the main stages of the documentation process in the case of the development of an information system for the management of products and services sales of a beauty center. Serving as a guide for professionals immersed in computer and systems engineering.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la informática en red se ha convertido en un factor importante en la vida de una empresa la razón principal implica la cantidad de información que actualmente se maneja, hace que el tratamiento automático de la información sea realmente útil y necesario.

En la actualidad los sistemas de información están basados en computadoras que son objetos de gran consideración en la toma de decisiones oportunas, confiables y efectivas en cuanto a técnicas de planificación, programación y administración con el fin de garantizar su éxito, limitar el riesgo y reducir costos y aumentar las ganancias.

Debido a esta razón, nace la idea de automatizar las actividades cotidianas en las organizaciones; cabe mencionar el vertiginoso avance de las telecomunicaciones y el progreso que han experimentado las ciencias informáticas que obliga a estar a tono y entrar al moderno mundo de la tecnología, ser competitivos y no permanecer olvidados en las tareas que proporcionan beneficios para proyectarse al futuro.

El diseño lógico y físico realizado, muestra la gestión de la documentación de un centro de belleza, que en base a una determinada notación establece los procesos, tareas y funciones que un futuro ingeniero informático debe realizar a la hora de implementar sistemas de información.

DEFINICIONES CONCEPTUALES

Sus características intrínsecas:

a. Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC

Las denominadas TIC están en constante proceso de cambio para mejorar sus servicios y calidad de funcionamiento, por lo que se puede considerar que son dinámicas y se adaptan a las necesidades del presente. (Morales, 2019).

Según (Santacruz Espinoza, Vega Abad, Pinos Castillo, & Cardenas Villavicencio, 2017) un elemento crítico para el éxito y la supervivencia de las organizaciones, es la administración efectiva de la información y de la Tecnología de Información (TI) relacionada. “En esta sociedad global (donde la información viaja a través del “ciberespacio” sin las restricciones de tiempo, distancia y velocidad) esta criticalidad emerge de:

- La creciente dependencia en información y en los sistemas que proporcionan dicha información.
- La creciente vulnerabilidad y un amplio espectro de amenazas, tales como las “ciberamenazas” y la guerra de información.
- La escala y el costo de las inversiones actuales y futuras en información y en tecnología de información.
- El potencial que tienen las tecnologías para cambiar radicalmente las organizaciones y las prácticas de negocio, crear nuevas oportunidades y reducir costos”.

Para muchas organizaciones, la información y la tecnología que la soporta, representan los activos más valiosos de la empresa; ante esto, muchas organizaciones reconocen los beneficios potenciales que la tecnología puede proporcionar. Las organizaciones exitosas, sin embargo, también comprenden y administran los riesgos asociados con la implementación de nueva tecnología.

b. Informática.

ciencia encargada del estudio y desarrollo del tratamiento automático de la información” (Montañez Muñoz, 2013).

Desde el nacimiento de esta ciencia, el ser humano ha ido buscando perfeccionar transmitir y procesar datos motivado con mejorar sus recursos tecnológicos para manejar y transmitir la información.

c. Sistema

Se define como el “Conjunto de componentes interrelacionados entre sí que persiguen un objetivo en común”

d. Ingeniería de Software.

La revolución de la tecnología de la información ha significado, entre otras cosas, que el software se ha convertido en parte importante de la demanda de más y más productos. El software se encuentra en productos que van desde tostadoras hasta transbordadores espaciales. Esto significa que se ha desarrollado y se está desarrollando software una gran cantidad.

El desarrollo de software de ninguna manera es fácil; Es un proceso altamente creativo. El rápido crecimiento del área también ha significado que numerosos proyectos de software se han encontrado con problemas en términos de falta de funcionalidad, sobrecostos, plazos vencidos y mala calidad. Estos problemas o desafíos ya se identificaron en la década de 1960, y en 1968 el término “ingeniería de software” se acuñó con la intención de crear una disciplina de ingeniería que se centra en el desarrollo de sistemas intensivos en software. La (IEEE, 1990) define formalmente la ingeniería de software como “La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento del software”. La ingeniería del software en general se presenta y discute en libros como, por ejemplo, (Sommerville, 2010) y (Pfleeger & Atlee, 2009).

En ellos se busca tres aspectos en la definición anterior. Primero, implica un proceso de software que apunta a diferentes fases del ciclo de vida; segundo, enfatiza la necesidad de un enfoque sistemático y disciplinado; finalmente, resalta la importancia de la cuantificación.

e. Sistemas de información.

Las TIC y su difusión en todos los sectores productivos tiene una especial incidencia en la mejora de la productividad en todos los sectores económicos, y en la mejora de la competitividad de la economía de un país. Todos los factores sitúan a las TIC como un pilar fundamental para el desarrollo económico, transformando a la sociedad en una sociedad de la información donde “No cabe la menor duda que la sociedad de la información ha traído la incorporación masiva de las Tecnolo-

gías de la Información y Comunicación (TIC) a todos los sectores sociales, desde los económicos, hasta los culturales, y por supuesto en ellos no iba a quedar por detrás el educativo” (ODCE, 2001).

Ya en 1948 la OMS definió los Sistemas de Información (SI) como “aquellos elementos que nos permiten recoger, tratar, analizar y transmitir la información necesaria para planificar los servicios”.

“Los sistemas de información son componentes interrelacionados que capturan, almacenan, procesan y distribuyen la información para apoyar la toma de decisiones, el control, análisis y visión en una organización” (Castillo, 2011).

Pero el procesamiento de información requiere de la automatización de procesos que derivan en la construcción de un sistema de información donde deben estar bien definidas las entradas de información a ser procesada para luego pasar por un proceso encargado de transformar esta información en elementos de salida así también al interior el procesamiento se apoya en un mecanismo de control que sirve para retroalimentar y mejorar la efectividad de las salidas como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1: Proceso de datos



Fuente: Elaboración Propia.

f. Recursos TI.

Cada organización empresarial, utiliza los denomina

dos recursos TIC, clasificados en 5 áreas fundamentales que son:

a) Datos

Conocidos como los activos más valiosos de una institución (información no procesada) que agrupados generan la información de una organización

b) Sistemas de Aplicación

Son todos los procesos, procedimientos, actividades o tareas automatizadas (en computadora) o manuales, que realiza una organización para cumplir con su misión y visión.

c) Tecnología informática

Conocida como todo lo que una organización posee para procesar información automatizada y comprende:

- **Hardware:** Definido como toda la parte tangible (todo lo que se puede tocar), la parte física de una computadora por ejemplo la impresora, el monitor, el teclado y otros.
- **Software:** Definido como toda la parte intangible, la parte lógica de una computadora sabemos que existe y manipulamos el mismo, por ejemplo los programas de computadora como procesadores de texto, planillas electrónicas y otros.
- **Sistemas Operativos:** Definido como el programa que hace que el hardware y el software funcionen como uno solo, siendo el encargado de soportar todos los programas y encargado de administrar los recursos donde se almacenará y como se manejará la información.
- **Bases de Datos:** Definido como el almacén o el contenedor de la información generada a través de sistemas de información computarizados.
- **Redes:** Definido como la técnica de compartir recursos, información y la comunicación entre computadoras para la realización de procesos automatizados.
- **Multimedia:** Definido como el manejo e integración de diferentes recursos de sonido, imagen y video.

d) Infraestructura

Definido como el lugar donde se alojan y almacenan los recursos de tecnología de Información (TI) y dar soporte a los sistemas de información.

e) Recursos Humanos

Este componente (TI) es fundamental y está compuesto por todo el personal inmerso en la

generación y manejo de la información, considera las habilidades del personal, el grado de conocimiento, así como la sensibilización y productividad para planear, organizar, adquirir, entregar, soportar y monitorear servicios y sistemas de información

g. Metodologías de desarrollo.

Una metodología de desarrollo IS (ISDM) puede definirse como un “sistema de procedimientos, técnicas, herramientas y ayudas de documentación, generalmente basado en una visión filosófica, que ayuda a los desarrolladores del sistema en sus esfuerzos por implementar un nuevo sistema de información” (Avison & Taylor, 1997), citado por (Iivari, Hirschheim, & Klein, 2001)

Definen a las metodologías de desarrollo de sistemas de información (ISDM) como un conjunto de instrucciones o procedimientos específicos, que constituyen un modelo o una guía general para los objetivos, herramientas y pasos necesarios para construir un sistema.

Hacia el final del siglo XX, la mayoría de los ISDM que las organizaciones y empresas usaban de manera práctica eran metodologías estructurales u objetivas (Tumbas & Matkovic, 2006). Esencialmente, las metodologías estructurales se caracterizaron por descripciones rígidas, paso a paso, del flujo de actividades que constituyen el proceso de desarrollo, desde el análisis de los requisitos del sistema hasta el diseño y eventual implementación y mantenimiento del producto final. Cada paso está rígidamente determinado y no hay superposiciones. Las metodologías de objeto se centraron en el aspecto dinámico del proceso de desarrollo y percibieron cada etapa del proceso como parte de una cadena evolutiva de eventos, lo que condujo a la noción de desarrollo iterativo o incremental, donde el sistema se lanza en una versión preliminar y posterior las versiones lo mejoran y lo completan.

h. Proceso de desarrollo.

Un ciclo de vida de desarrollo del sistema (SDLC) es un marco orientado hacia la descripción de la secuencia de actividades o etapas que atraviesa un producto dado entre su concepción y su implementación o aceptación. En general, todos los proyectos pasan por estas etapas, pero existen numerosos modelos diferentes de SDLC que son más o menos apropiados para tipos particulares de proyectos. Los desarrolladores tienen que determinar las características de su proyecto y determinar cuál de los modelos SDLC es más útil para su situación (Massey & Satao, 2012).

i. Metodologías ágiles.

El uso de métodos ágiles ha aumentado rápidamente en el ámbito del desarrollo de sistemas informáticos

ISD, una rápida evolución que ha sido determinada casi en su totalidad por profesionales en lugar de investigadores (Conboy, 2009). Aunque sus principios fundamentales han existido desde la década de 1970, la metodología ágil realmente ha cobrado impulso durante los últimos 15 años (Abbas, Gravell, & Wills, 2008). A medida que los métodos ágiles se hicieron cada vez más populares, los investigadores se interesaron cada vez más en estudiarlos y sistematizarlos.

Las metodologías ágiles son especialmente diseñadas para un tiempo de desarrollo óptimo y la satisfacción del cliente (VersionOne, 2013). Cada iteración del proceso de desarrollo se denomina “sprint” y se establece que la duración máxima de cada sprint es de 30 días. Después de recopilar los requisitos de los usuarios, se les da prioridad a través de una lista llamada “reserva de producto”, seguida de una planificación cuidadosa de los sprints necesarios percibidos para lograrlo, y lo que constituirá el enfoque de cada sprint. Este es el “retraso del sprint”. Durante el desarrollo real en cada fase del sprint, hay reuniones diarias para discutir el progreso hasta el momento e intercambiar comentarios y experiencias. Es importante tener en cuenta que con cada sprint, se produce una versión funcional del software. Posteriormente se mejorará y completará con los próximos sprints (Sharma, Sarkar, & Gupta, 2012).

DESARROLLO.

1. Planteamiento del Problema

La desorganización de la información limita al centro de belleza a tener un mejor control tanto en la venta de productos con los que cuenta, así como en los servicios que brinda; situación que está ocasionando la pérdida de clientes, complicaciones en el manejo de las transacciones de venta y sobretodo una mala atención a los clientes generando un gran malestar entre ellos.

Ante esta situación y para tener una visión global del contexto en el cual surge este trabajo, se plantea el siguiente problema a resolver:

¿Pueden ayudar las TIC a brindar estrategias de administración y gestión de información destinadas a mejorar los procesos morosos y la administración manual en una determinada empresa?

2. Objetivos:

Objetivo General.

Al finalizar el presente proyecto se va a:

Elaborar un modelo lógico de los procesos de gestión de información realizados en la administración y gestión de venta de productos y servicios de un centro de belleza.

Objetivos Específicos.

Se tienen los siguientes:

- Determinar los procesos de gestión, control y administración de ventas de productos y servicios dentro de un centro de belleza.
- Aplicar una metodología de desarrollo que asegure la construcción del proyecto.
- Establecer técnicas teórico prácticas para la gestión documental de la información generada en la empresa.

3. Justificación:

El presente trabajo se justifica por los siguientes motivos:

- Se requiere brindar un modelo de infraestructura TIC, destinado a mejorar los procesos morosos y la administración manual de las ventas por productos y servicios de un centro de belleza.
- Porque es necesario realizar un análisis tecnológico base sobre los procesos, tareas y actividades realizadas en la empresa desde la aplicación informática.
- Es necesario utilizar las herramientas e instrumentos de gestión documental de la información.

4. Fases y etapas del sistema.

Las fases y etapas del proyecto fueron las siguientes:

Determinación de requerimientos:

Esta etapa tiene la función de mostrar los procesos, tareas y actividades que una empresa realiza actualmente.

Como resultado de esta fase, se obtienen:

a. El modelo de negocio.

La entidad a ser tomada en cuenta para el presente análisis es un salón de belleza X ubicado en la ciudad de Tarija, tomando en cuenta su área de trabajo donde brinda diferentes servicios de cuidado personal como cortes de cabello, cuidados de las uñas, decoloración del cabello y otros.

Para la ejecución de las diferentes actividades o servicios de la entidad se suele recurrir a diferentes gamas de productos en sus diferentes ámbitos, es por tal el motivo que se llega a la obtención de los datos de acuerdo al inventario con el cual se cuenta.

rio con el cual se cuenta.

Esta etapa parte del análisis del organigrama y las funciones que realiza el personal del centro siendo estas las siguientes:

Cuadro 1: Roles y funciones del personal

Actores	Descripción
Administrador	La función que desempeña es controlar el inventario de los productos con los que cuenta el Salón, otros aspectos como gestionar la parte de los clientes que se realiza conjuntamente con el asistente, se encarga de administrar todas las actividades del negocio.
Asistente	La función que desempeña el asistente es de controlar tanto a la clientela que tenga un buen servicio, como también controlar el desempeño de los operarios
Operario	La función que desempeñan es brindar los servicios del Salón en sus diferentes ámbitos, haciendo el uso de los diferentes productos que se puedan encontrar en el inventario.
Cliente	Cliente es la persona que acude a la empresa ya sea por una compra de un producto o la realización de un servicio.
Proveedores	Los proveedores son los que venden sus productos a la empresa.

Fuente: Elaboración Propia.

Luego se definen las características básicas de la mencionada entidad se basa en los servicios que brindan empleando un control riguroso de los productos utilizados en los diferentes ámbitos, para ello se toma en cuenta una distribución de los productos de acuerdo a su utilidad, otra de las características es la administración de los clientes que pueden tener algunos beneficios como también se puede controlar si existen ventas de los productos fuera del empleo de los servicios como es el caso de los productos de cuidado personal tales como shampoos de diferentes marcas y para diferentes tipos de cabellos de acuerdo a un previo diagnóstico que es elaborado por el asistente del servicio.

El resultado de este análisis es mostrado a continuación:

Cuadro 2: Características funcionales de la empresa

Unidad Estratégica del Negocio	Actividad Objetivo
Gestionar Clientes Usuarios Involucrados Cliente Asistente Administrador	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar un mejor servicio, tal como reservas, publicidad. • Tener mayor conocimiento de las personas que toman como preferencia esta entidad. • Llevar un control de tiempo de las personas que asisten. • Tomar los datos personales y adjuntarles algunos detalles propios de la entidad tal como un número especial de tinte o algún shampoo de preferencia de acuerdo al diagnóstico del operario.
Gestionar personal Usuarios Involucrados Cliente Asistente Operario	<ul style="list-style-type: none"> • El asistente o recepcionista se encarga de controlar los datos de cada empleado. • El asistente o recepcionista se encarga de delegar obligaciones a los diferentes empleados.
Realización de servicios Usuarios Involucrados Operario Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener ganancias económicas de los servicios brindados. • Emplear los productos que se encuentran en el inventario para la realización de los mismos servicios. • Poder cubrir con las necesidades de las personas.
Adquisición de productos	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar los productos de acuerdo a su uso. • Controlar las característi-

Usuarios Involucrados Administrador Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> • cas de los productos que están ingresando para introducirlos al inventario. • Entablar buenas relaciones laborales con los distribuidores que con el paso del tiempo se pueden obtener algunos de los muchos beneficios de los mismos.
Venta de productos Usuarios Involucrados Administrador Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Poder brindar a sus clientes la facilidad de obtener algunos productos que puedan necesitar luego de algún servicio.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez obtenido la información del personal involucrado en la realización de procesos, tareas y actividades se elabora el diagrama de casos de uso del modelo del negocio (Diagnóstico actual) de la empresa que es mostrado en la figura 2.

b. Diagrama de procesos de negocio.

Su finalidad es mostrar el flujo de información generada en la empresa en la actualidad (diagnóstico) antes de elaborar la propuesta lógica. Esta información surge de las entrevistas, la observación y el diálogo entre el personal de la empresa y los desarrolladores de sistemas. Su resultado es mostrado en la figura 3.

Análisis, diseño e implementación:

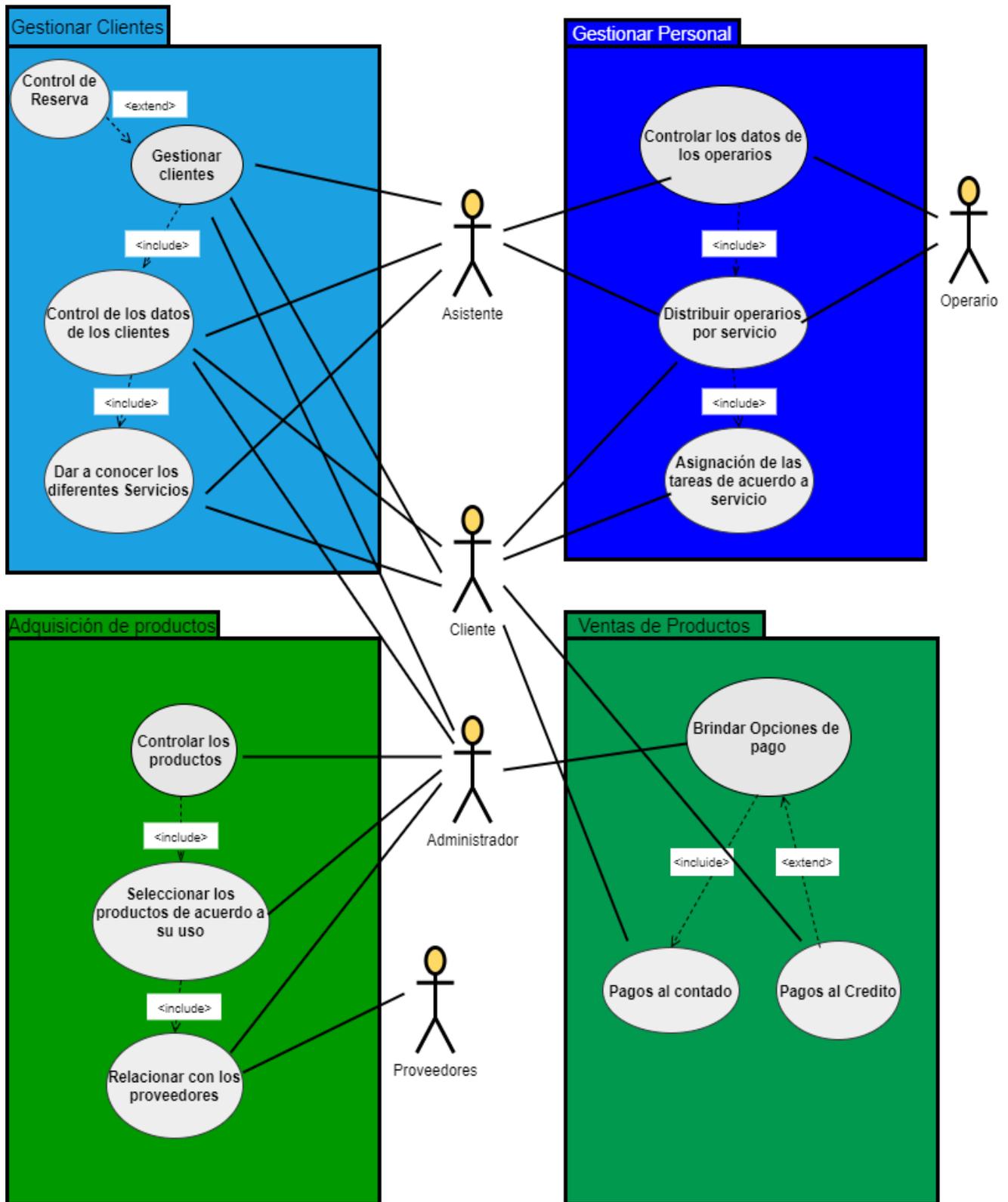
Para esta fase se hace necesario definir y aplicar una metodología de desarrollo de sistemas de información que garantice el inicio y el final del proyecto.

En este caso en particular, se empleó SCRUM como metodología de desarrollo y la notación UML para la administración y gestión de la documentación.

Lo esencial de esta metodología es lo iterativo y lo incremental. Iterativo implica que el proyecto se construye parte por parte, de forma repetitiva, mejorando de forma continua de manera evolutiva hasta lograr la consistencia necesaria.

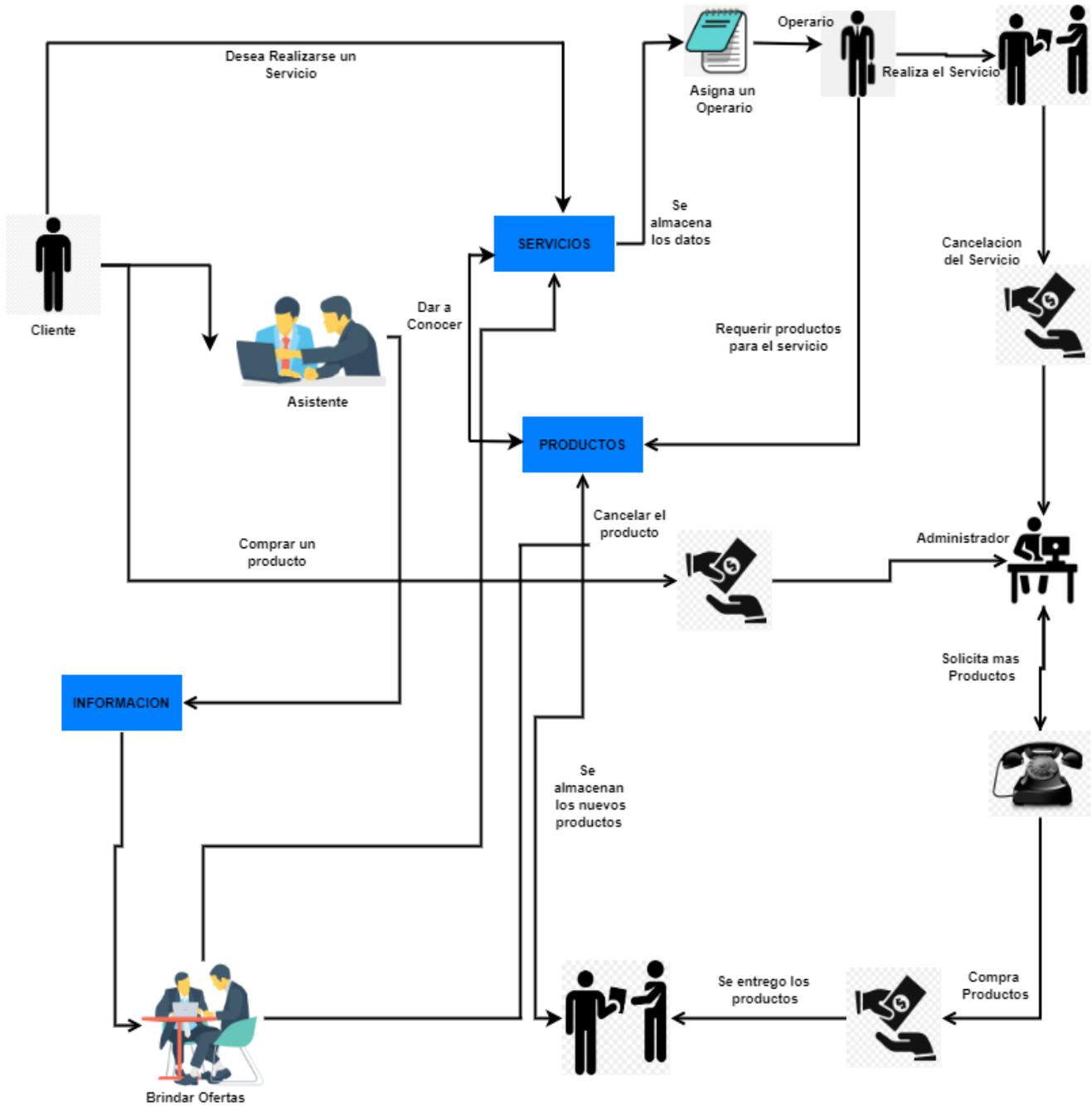
Incremental, implica que el proceso es creciente o escalable, logrando cubrir metas y objetivos durante el desarrollo del proyecto.

Figura 2: Modelo de negocio: Centro de belleza



Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

Figura 2: Diagrama de procesos de negocio: Centro de belleza



Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

Para el presente artículo se presentan, los resultados de la cuarta iteración, siendo estos los siguientes:

a. Diagrama navegacional:

El proyecto parte con la elaboración del diagrama navegacional que muestra las características funcionales y no funcionales que el sistema debe cumplir al finalizar la etapa de implementación.

El resultado muestra la pantalla principal y las pantallas secundarias, de acceso y contenido; un resultado de cómo quedará el sistema al finalizar el proyecto.

Sobre este resultado se organizan las iteraciones y el incremento además de las tareas, actividades y procedimientos que el equipo de desarrollo debe realizar para lograr cumplir con las tareas de la iteración y de desarrollo final del proyecto.

Un ejemplo de este diagrama para el caso del centro de belleza es mostrado en la figura 4.

b. Diagrama de paquetes:

Cuando un proyecto tiene un nivel de complejidad medio - alto, se utilizan los paquetes que muestran la división del sistema en subsistemas interrelacionados aplicando el enfoque de sistemas. Esto permite una mejor organización de las actividades y tareas de los equipos de trabajo –ver ejemplo en la figura 5-.

c. Diagrama de casos de uso del sistema propuesto:

El comportamiento que tendrá el sistema de información a construir o sistema propuesto; se ve reflejado en el diagrama de casos de uso del modelo propuesto. En él se determinan los actores, las actividades y relaciones entre estos además del futuro comportamiento que tendrá la interacción hombre – computador que mejore la administración y gestión dinámica de la información de la empresa. El ejemplo de este diagrama se muestra en la figura 6.

d. Descripción de casos de uso.

La descripción de una acción o actividad (caso de uso) se realiza con la finalidad de determinar el comportamiento interno entre las actividades y sus relaciones entre las mismas –ver figura 7-.

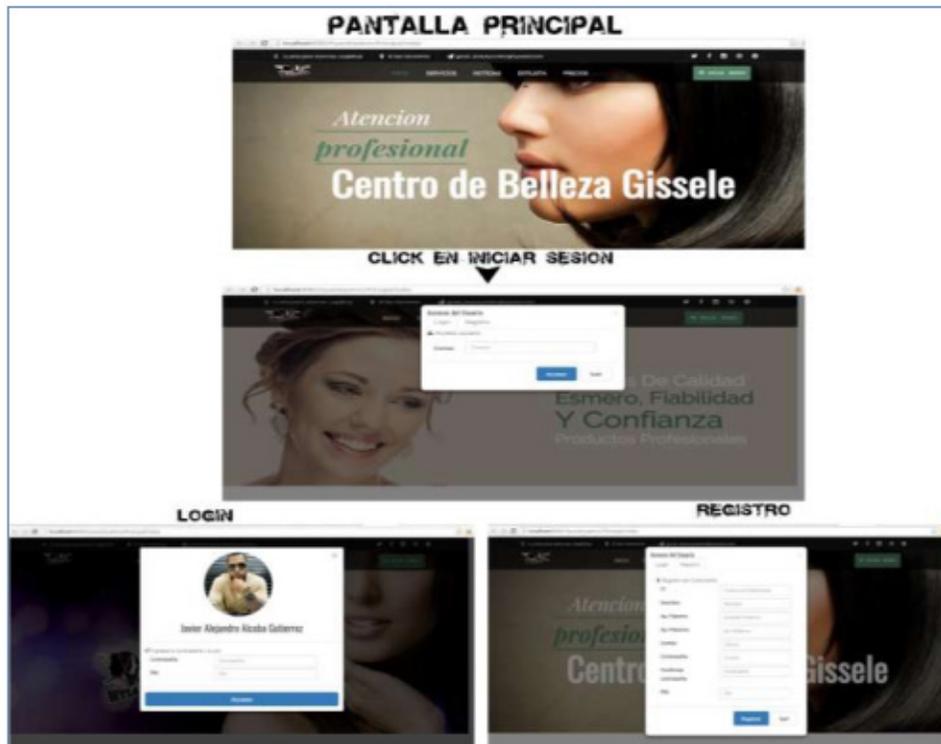
A continuación se describe a detalle a cada actividad o tarea denotando las pre y post condiciones además del flujo principal entre el actor y el sistema propuesto. El ejemplo del mismo en el caso es mostrado en su el cuadro 3.

Cuadro 3: Descripción del Caso de Uso Difundir Noticias

Actores	Descripción
Descripción:	Este caso de uso interviene en la parte de la pantalla principal, donde el internauta o cliente podrán ver las últimas noticias de acuerdo al tipo de su preferencia. Y desde dentro del sistema se podrá realizar la adición, modificación y eliminación de las noticias con los actores de asistente o administrador.
Tipo:	Básico
Actores:	Administrador, internauta, cliente, asistente
Pre-condición:	Ingresar a la Pantalla principal del sistema
Postcondición:	Se envían las noticias a los clientes e internautas.
Flujo Principal	
Administrador, Internauta, Asistente, Cliente,	Sistema
1. Ingresar a la pantalla principal del Sistema.	3. Retorna una lista con las noticias existentes, de acuerdo a la fecha.
2. Ingresa al menú de Noticias de la página Principal.	
Extensiones	
Ninguno	

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4: Diagrama Navegacional: Centro de belleza



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

DIAGRAMA DE NAVEGACION

HYSAND

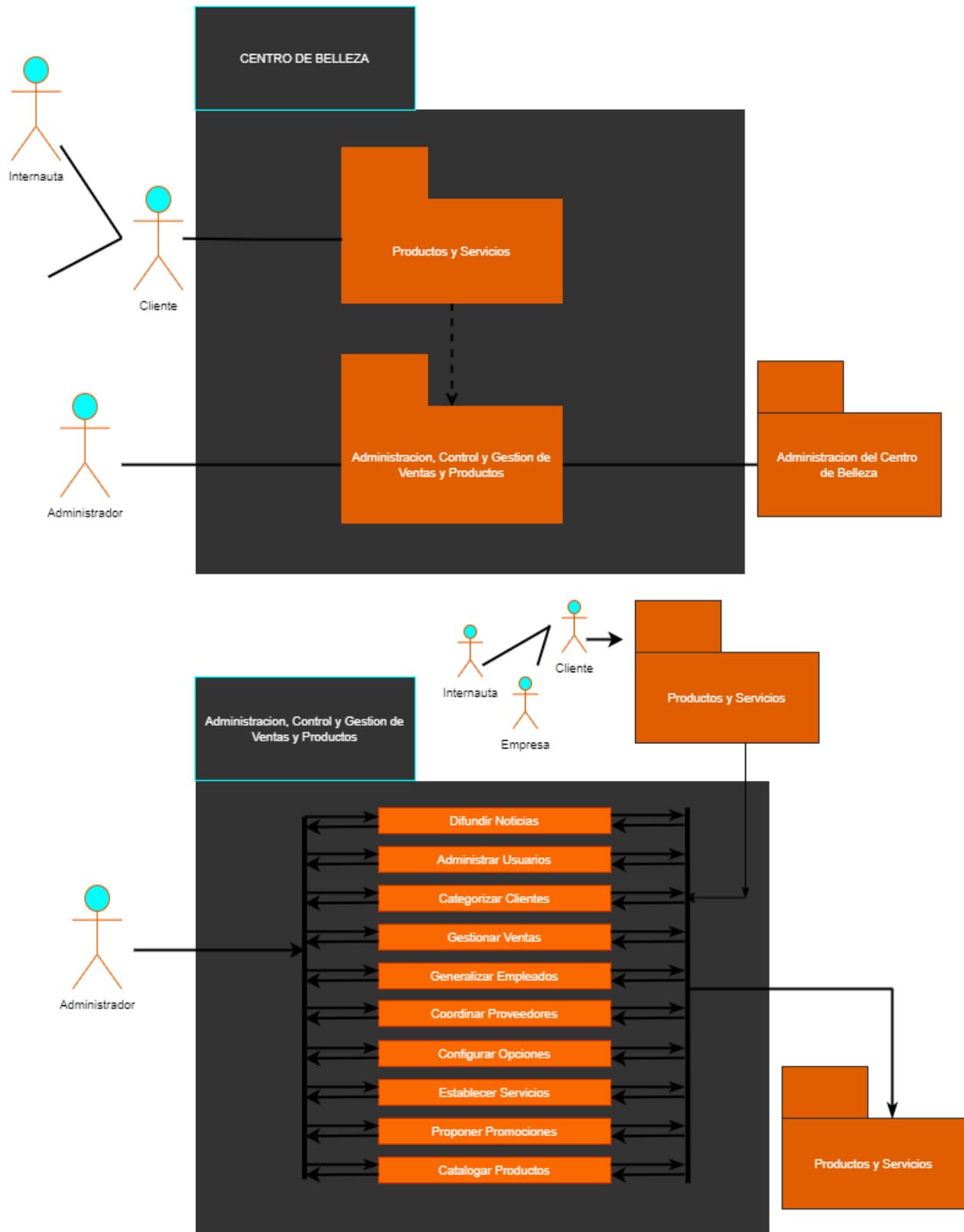


**DESARROLLADO POR:
UNIV. JAVIER ALEJANDRO
ALCOBA GUTIERREZ**



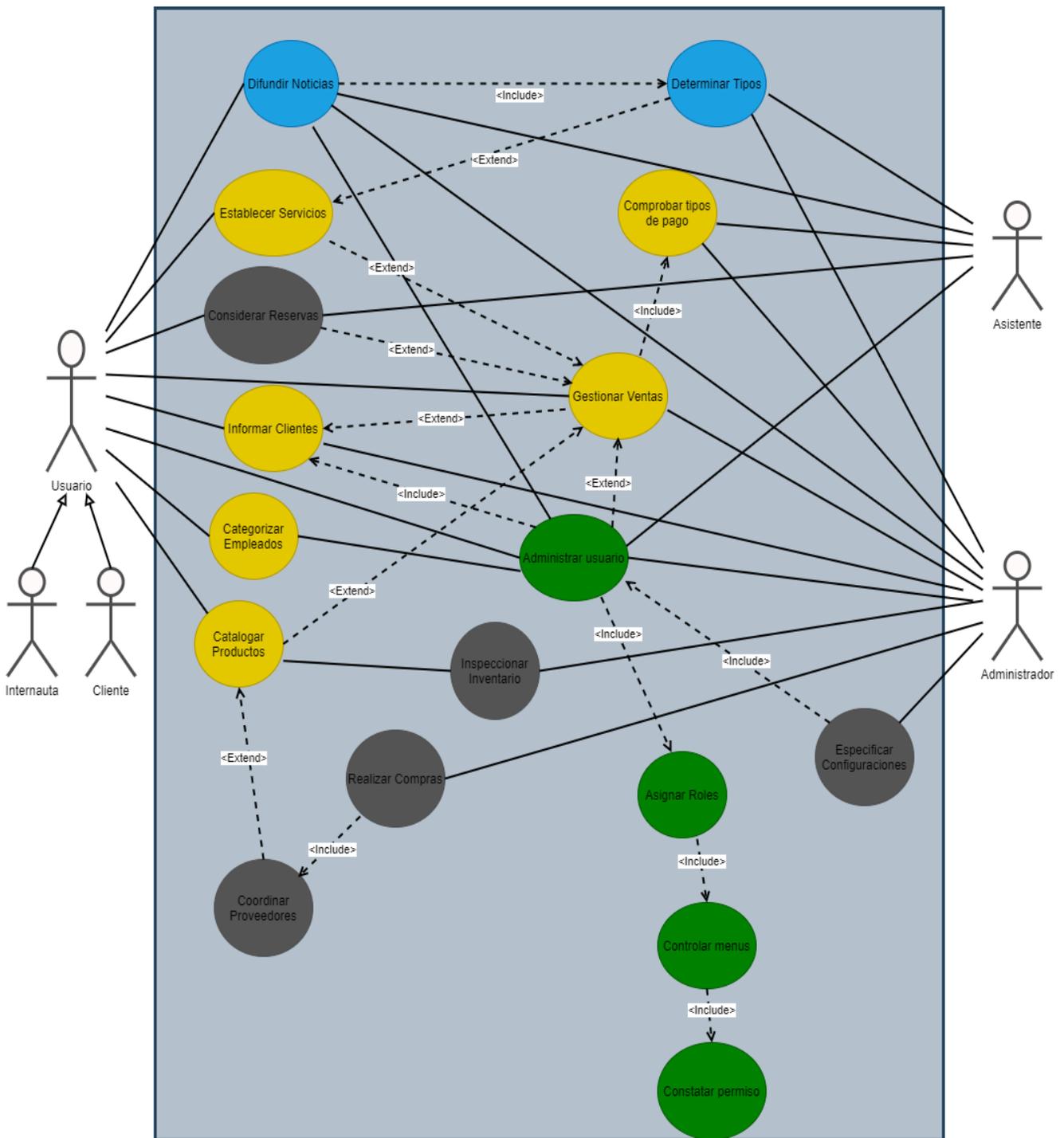
Fuente: Proyecto HYSAND: Rolando Avelino Sanchez Garay & Omar Amilkar Choque Gonzales.

Figura 5: Diagrama de paquetes: Centro de belleza



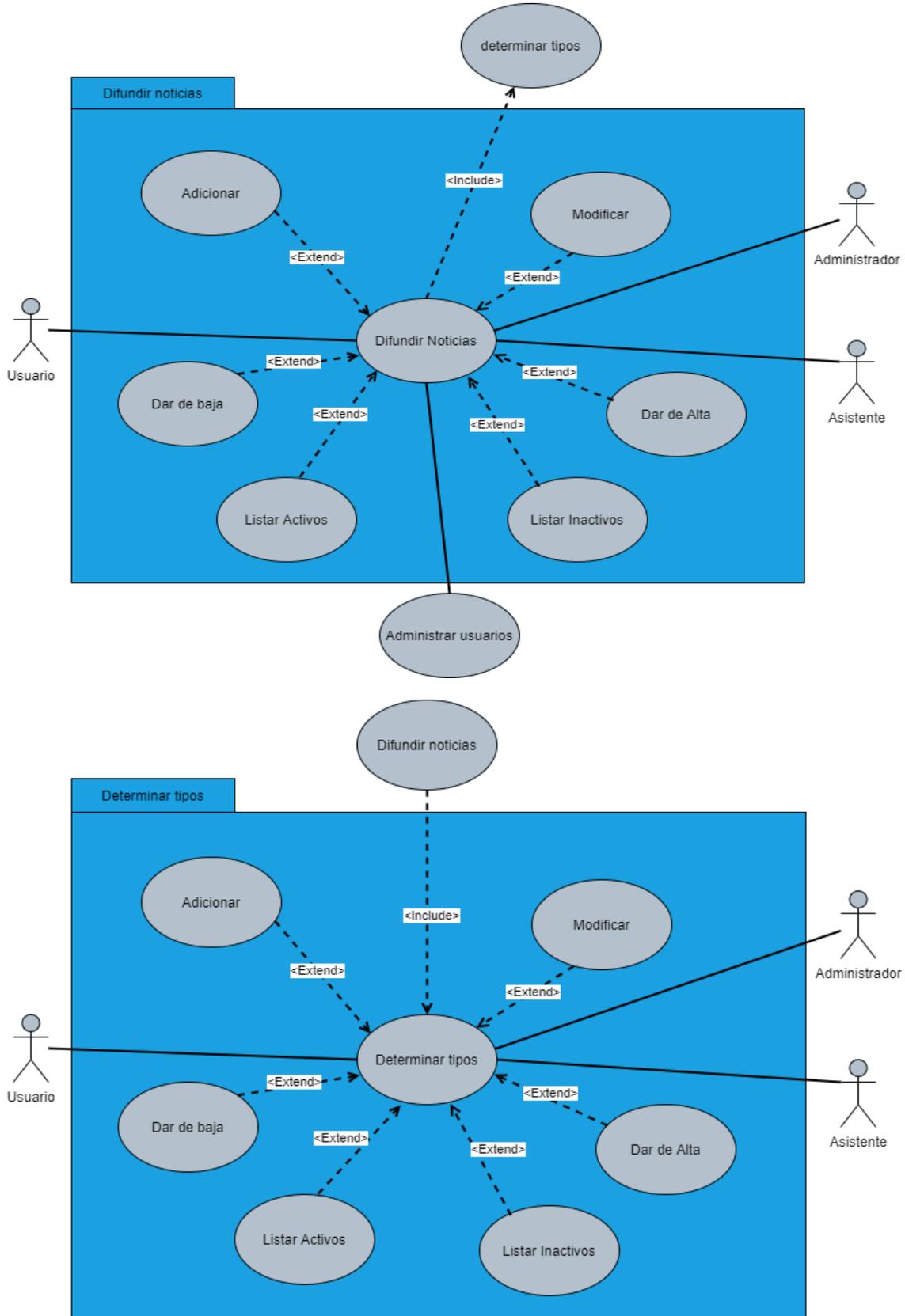
Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

Figura 6: Diagrama de Casos de Uso del Sistema Propuesto: Centro de belleza



Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

Figura 7: Diagrama de Casos de Uso expandido: Centro de belleza



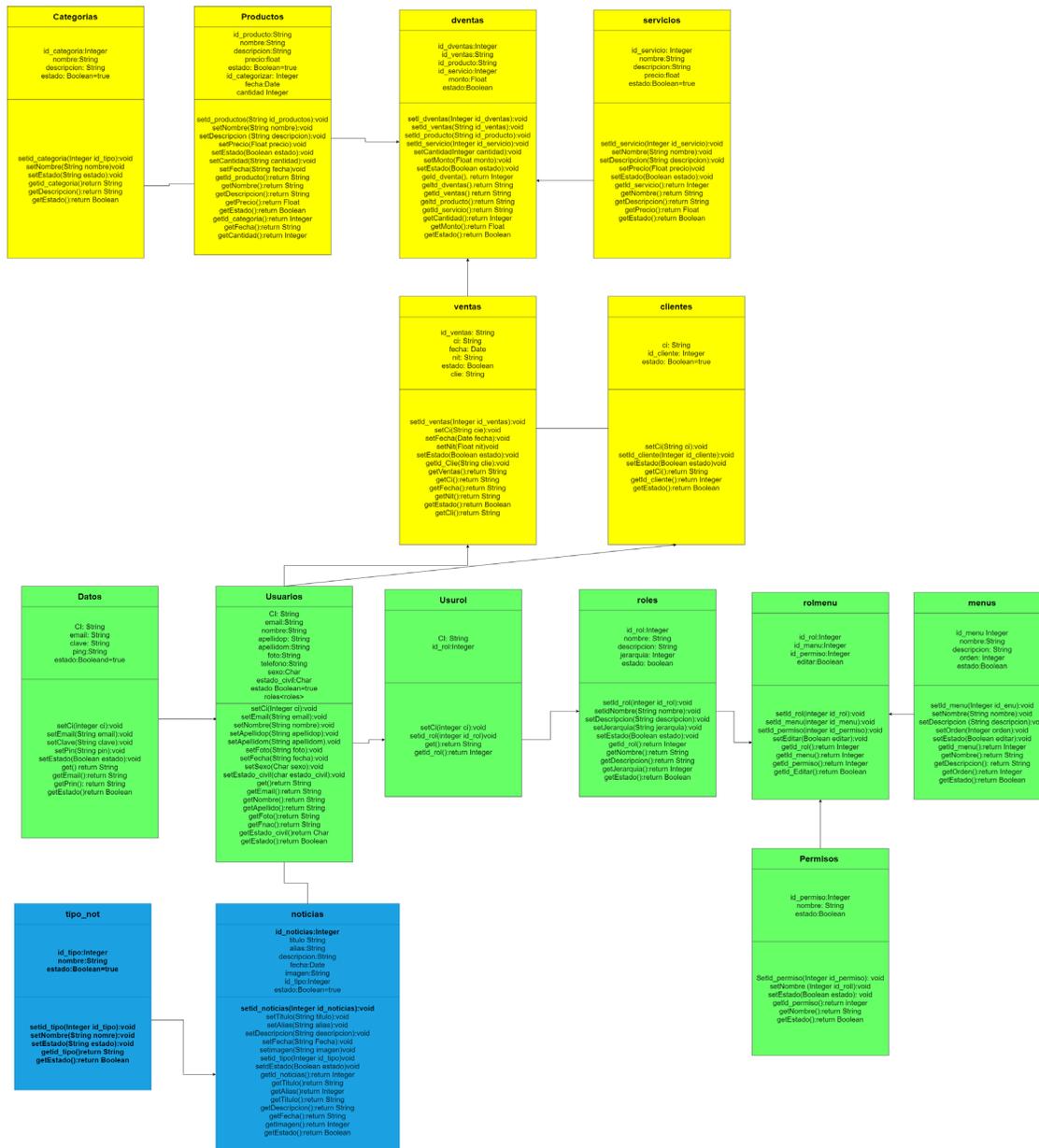
Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

e. **Diagrama de clases:**
Es un tipo de diagrama de estructura estática que describe la estructura de un sistema mostrando las clases del sistema, sus atributos, operaciones (o métodos), y las relaciones entre los objetos, además de almacenar la información generada en el sistema de información en tablas o bases de datos debidamente estructuradas. – Figura 8 -.

f. **Diagrama de Secuencia:**
Este diagrama es utilizado para modelar interacción entre objetos en un sistema; pantallas, tareas, procesos y los almacenes donde se guardan los datos generados por los usuarios. – Figura 9 -

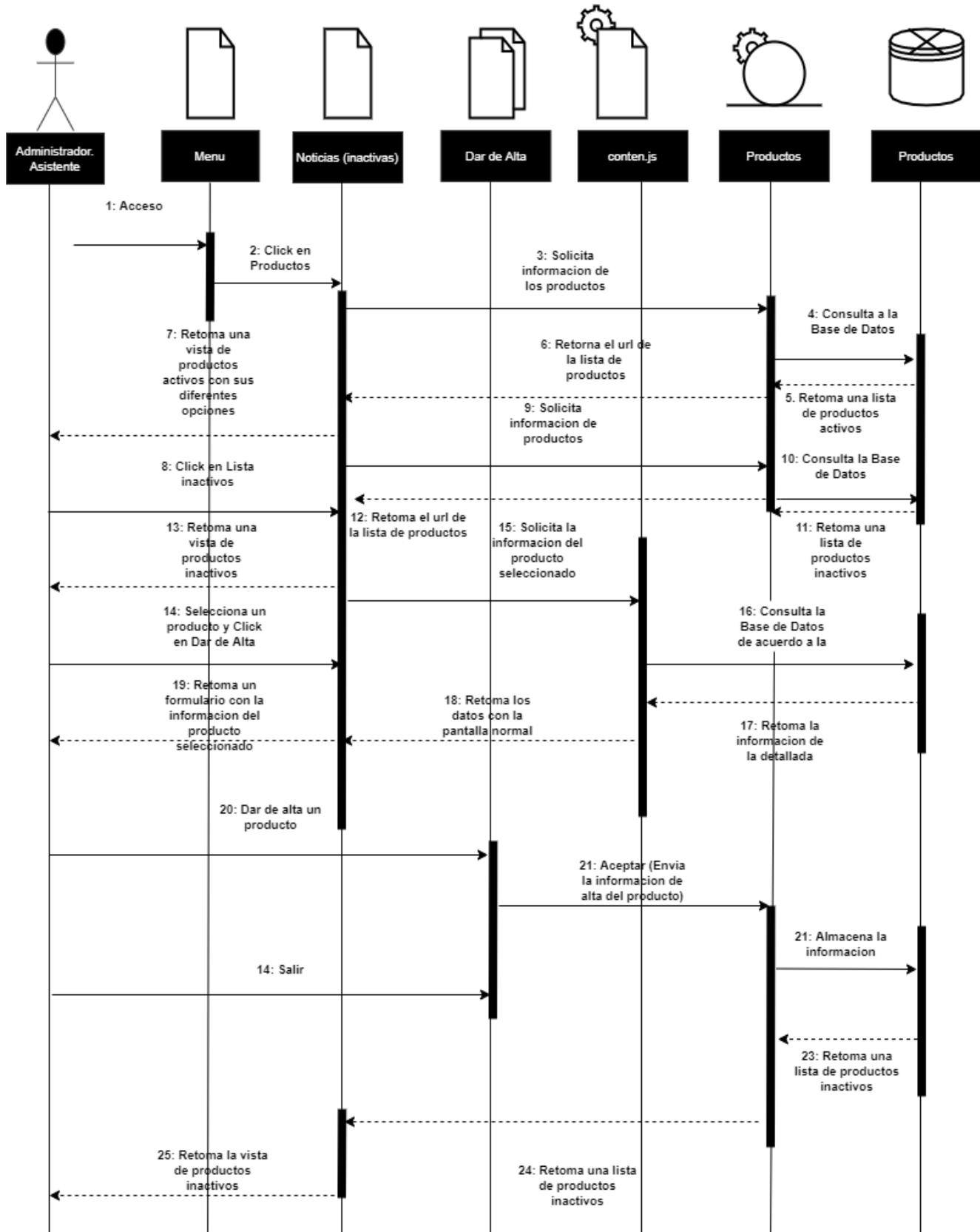
g. **Diagrama de Actividad:**
La representación gráfica de un algoritmo o proceso lógico utilizado en la implementación del sistema es mostrado en este diagrama – Figura 10-.

Figura 8: Diagrama de Clases y objetos: Centro de belleza



Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

Figura 9: Diagrama de Secuencia: Centro de belleza



Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

Figura 10: Diagrama de Actividades: Centro de belleza

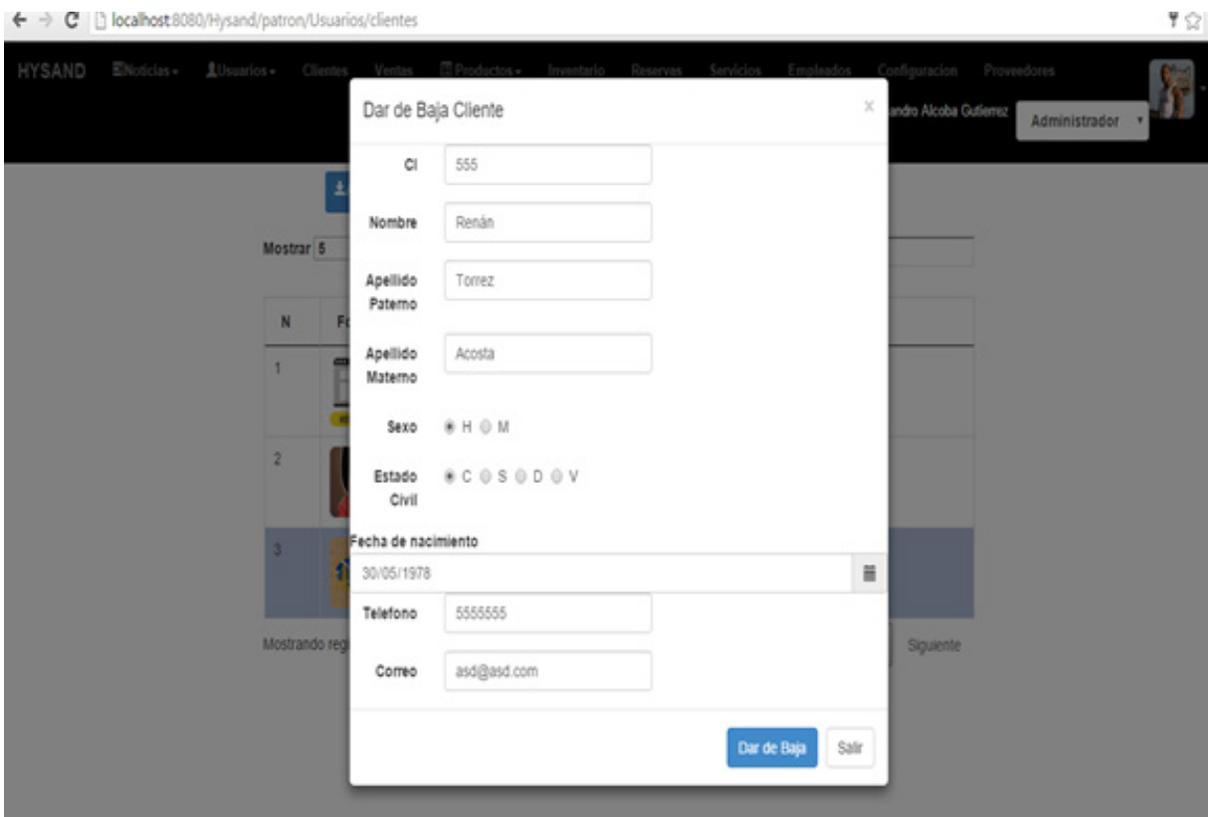
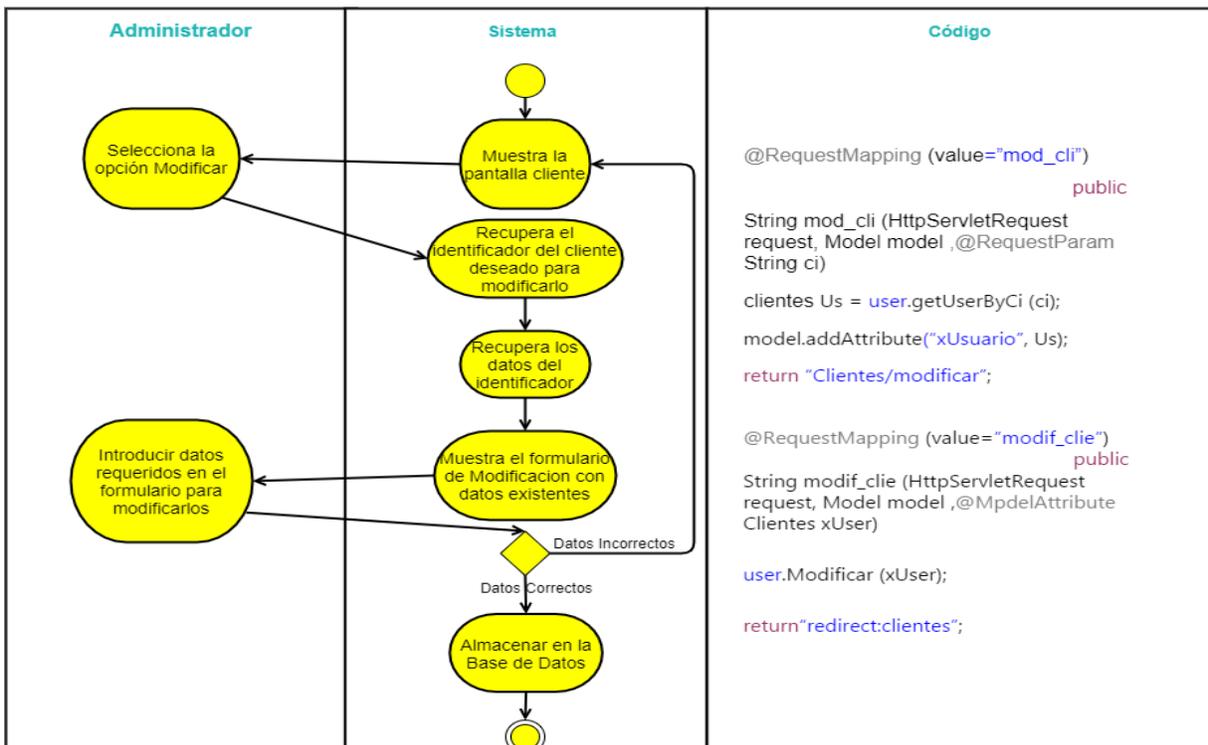


Diagrama de Actividades Modificar Clientes



Fuente: Proyecto HYSAND: Javier Alejandro Alcoba Gutiérrez & Omar Amilkar Choque Gonzales.

RESULTADOS

De la elaboración de esta propuesta para la administración y gestión de la documentación de un sistema de información, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Después del desarrollo de proyectos o la implementación de sistemas de información se mejoran las tareas, procesos y actividades, evitando demoras, mejorando las consultas y sobretodo coadyuvar a prestar un servicio más eficiente y de mayor calidad por parte de la empresa que implementa sistemas informáticos.
- Al final de los proyectos se mejora la administración y gestión de los documentos elaborados para el desarrollo de sistemas garantizando sus versiones futuras y eliminando la dependencia de los desarrolladores.
- El uso de metodologías de desarrollo de sistemas informáticos aseguran que los proyectos sean desarrollados en un tiempo establecido, bajo un presupuesto definido y aplicando estándares de calidad.
- El uso adecuado de la notación permite la comprensión del proceso de desarrollo, permitiendo la interacción entre los miembros del equipo de desarrollo además de entender los procesos entre usuario y computadora a través de los sistemas informáticos.
- Los casos de estudio, como el del centro de belleza utilizado en el presente artículo permiten a los desarrolladores prácticas que generan experiencia en la construcción de sistemas informáticos.

RECOMENDACIONES:

En base al trabajo realizado se puede recomendar lo siguiente:

- Para elaborar un proyecto informático la elección de una metodología de desarrollo asegura el inicio y fin de un proyecto. Obviar o no incluir algunas fases o etapas ponen en riesgo el desarrollo de todo el sistema informático.
- La formación del equipo de trabajo es fundamental para asegurar el desarrollo del proyecto; debiendo ser la selección del mismo de acuerdo a los requerimientos y necesidades del sistemas y por sobre todo basado en la capacidad y experiencia de los desarrolladores.
- La seguridad de datos, procesos y tareas dentro del sistema de información es fundamental y requiere un plan de análisis de riesgos y aplicar estándares de seguridad para proteger, resguardar y asegurar el servicio de los sistemas de información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbas, N., Gravell, A., & Wills, G. (2008). Historical roots of Agile methods: Where did “Agile thinking” come from? . *Agile processes in software engineering and extreme programming*, 94–103.

Avison, D., & Taylor, V. (1997). Information Systems development methodologies: A classification according to problem situation. *Journal of Information Technology*, 73–81.

Castillo, A. (2011, Enero 26). Sistemas de información Gerencial. Retrieved from *Sistemas de información Gerencial*: <https://alejandracastrilloz.blogspot.com/>

Conboy, k. (2009). Agility from first principles: Reconstructing the concept of Agility in information systems development. . *Information Systems Research*, 329–354.

IEEE. (1990). IEEE standard glossary of software engineering terminology. Technical Report, IEEE Std 610.12-1990. New York: IEEE.

livari, J., Hirschheim, R., & Klein , H. (2001). A dynamic framework for classifying Information Systems development methodologies and approaches. . *Journal of Management Information Systems*, , 179–218.

Massey, V., & Satao, K. (2012). Comparing various SDLC models and the new proposed model on the basis of available methodology. . *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 170-177.

Montañez Muñoz, F. (2013). *Aplicaciones informáticas de propósito general*. Madrid: Mc Graw Hill.

Morales, A. (2019). TIC (tecnologías de la información y la comunicación). Retrieved from *Toda Materia*: <https://www.todamateria.com/tic-tecnologias-de-la-informacion-y-la-comunicacion/>

ODCE. (2001). Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) -Understanding The Digital Divide. Paris - Francia, Francia: ODCE Publications.

Pfleeger, S., & Atlee , J. (2009). *Software Engineering: Theory and Practice*, 4th edn. . Upper Saddle River: Pearson Prentice-Hall.

Santacruz Espinoza, J., Vega Abad, C., Pinos Castillo, L., & Cardenas Villavicencio, O. (2017). Sistema cobit en los procesos de auditorías de los sistemas informáticos. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH: REVISTA CIENCIA E INVESTIGACION*, E-ISSN: 2528-

8083, 65-68.

Sharma, S., Sarkar, D., & Gupta, D. (2012). Agile processes and methodologies: A conceptual study. . International Journal on Computer Science and Engineering, , 892–898.

Sommerville, I. (2010). Software Engineering, 9th edn. England: Addison-Wesley.

Tumbas, P., & Matkovic, P. (2006). Agile vs. Traditional methodologies in developing Information Systems. . Management Information Systems, 15-24.

VersionOne . (2013, 04 06). 8th Annual State of Agile development survey. Retrieved from VersionOne: <http://stateofagile.versionone.com/>

“COSECHA DE AGUA MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL DE COSECHADORES, PARA DETERMINAR LOS VOLÚMENES DE AGUA QUE SE PUEDEN COSECHAR DE LA ATMÓSFERA EN CARAPARI, PROVINCIA GRAN CHACO, TARIJA.

“WATER HARVEST THROUGH EXPERIMENTAL CONSTRUCTION OF HARVESTERS, TO DETERMINE THE VOLUMES OF WATER THAT CAN BE HARVESTED FROM THE ATMOSPHERE IN CARAPARI, GRAN CHACO PROVINCE, TARIJA.

Carolina Estefanie Leyton Romero - Ph. D. Artunduaga Eysin Neri

Licenciada en Ingeniería de Recursos Hídricos – docente de la Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco

Dirección de correspondencia: Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco – (Campus Universitario)
Yacuiba – Bolivia
Correo electrónico: artunduagaeyisin@uajms.edu.bo
Celular: (+591) 72974621

RESUMEN

El presente artículo nace a raíz de la problemática mundial que existe, la escases del agua por diferentes motivos es un problema muy presente principalmente por la contaminación y el cambio climático.

Por ese motivo con este artículo se busca dar solución con una fuente alternativa de agua, con la cosecha de agua de la atmosfera, se trabajó bajo una metodología de trabajo de campo con un nivel de investigación exploratorio.

Para determinar los volúmenes de agua que se pueden cosechar de la atmosfera se trabajó mediante experimentos de campo con estructuras verticales denominados cosechadores, para poder contar con una fuente alternativa de agua y no sólo utilizar las fuentes convencionales como son la captación de agua superficial y el agua subterránea, que no llegan hasta los lugares más alejados.

En el desarrollo de la investigación se realizó la revisión bibliográfica de investigaciones relacionadas a la misma, también se realizó cálculos del punto de rocío mediante tres diferentes ecuaciones realizando el cálculo con datos de la humedad relativa, temperaturas máximas, temperaturas mínimas y temperaturas medias obtenidos de la base de datos del SENAMHI de las estaciones más cercanas.

Se elaboró diferentes mapas de isoyetas e isotermas para el relleno de datos faltantes.

Interpretando y reemplazando valores calculados se obtuvo que el punto de rocío con el cual se determinó los meses en los que se cosecharan volúmenes de agua de rocío y niebla posteriormente otros meses se podrá cosechar el agua de lluvia.

Ya culminada la investigación se obtuvo resultados positivos donde los volúmenes de agua cosechada si funcionaran como una fuente de agua alternativa y será un gran beneficio para las personas que vive as alejadas y no cuentan con sistemas ni conexiones de agua.

PALABRAS CLAVE

Cosecha de agua, humedad relativa, temperaturas.

ABSTRACT

This article was born as a result of the global problem that exists, the lack of water for different reasons is a very present problem mainly due to pollution and climate change.

For this reason, this article seeks to provide a solution with an alternative source of water, with the harvest of water from the atmosphere, work was carried out under a methodology of field work with an exploratory research level.

To determine the volumes of water that can be harvested from the atmosphere, we worked through field experiments with vertical structures called harvesters, in order to have an alternative source of water and not only use conventional sources such as surface water collection and groundwater, which does not reach the furthest places.

In the development of the research, the literature review of related research was carried out, dew point calculations were also carried out by means of three different equations, carrying out the calculation with data of relative humidity, maximum temperatures, minimum temperatures and average temperatures obtained from the SENAMHI database of the nearest stations.

Different maps of isoyetas and isotherms were prepa-

red for the filling of missing data.

Interpreting and replacing calculated values, it was obtained that the dew point with which the months in which volumes of dew and mist water were harvested were determined later, other months, rainwater could be harvested.

Once the research is completed, positive results were obtained where the volumes of water harvested if they functioned as an alternative water source and will be a great benefit for people who live far away and do not have water systems or connections.

KEY WORDS

Water harvest, relative humidity, temperatures.

INTRODUCCIÓN

El agua en la actualidad es una problemática mundial, ya que existen casos de escases casi en todo el mundo, es evidente que en unos países la situación es crítica y llegan hasta el punto de tener que tomar agua contaminada de mala calidad.

En Bolivia la situación del agua es un tema importante y delicado al igual que en otros países porque es el líquido vital para sobrevivir, el principal problema es que poco a poco con el crecimiento poblacional no existirá suficiente agua para abastecer a las personas, y el mismo conlleva otros problemas como un incremento del uso del agua en los distintos sectores como la agricultura, la ganadería y las industrias.

En Caraparí, el tema agua es de igual forma una problemática, ya que existen comunidades más áridas que otras y el agua no termina de abastecer. Su uso es bastante requerido para la población en sí, para la agricultura en lo que es el riego y también para los animales.

La presente investigación está dirigida a contar con una fuente alterativa del líquido vital mediante una cosecha de agua de la atmosfera inspiradas en estructuras como el Warka Water y otras estructuras que nos permitan una buena cosecha de agua de lluvia, de niebla y de rocío.

El volumen de agua cosechado mediante la investigación con los cosechadores proporcionara un aporte académicamente muy importante ya que en el país no existen registros relacionadas al tema.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema general es la escases de agua que en los tiempos de sequía se notan bastante, y hay personas con viviendas alejadas donde ni siquiera cuentan

con un sistema de agua, por lo que su fuente de agua aún son los ríos y no existen investigaciones sobre la cosecha de agua por lo que no se cuenta con fuentes alternativas de agua, lo cual se debe principalmente a la captación convencional que se realiza de pozos y afluentes superficiales, donde en épocas principalmente de estiaje existe un racionamiento del agua.

JUSTIFICACIÓN

Es notable la falta de agua que sufren los pobladores que viven lejos, por lo que con este proyecto podrán contar con un sistema o fuente alternativa de agua.

El mismo no tiene costos económicos grandes como construir obras de tomas ni otras estructuras, además de que los cosechadores son construidos con materiales de la zona y ambientalmente no causan daños irreversibles, socialmente las personas aprenden y ayudan en su cuidado por lo que se genera una educación ambiental además de que se cosecha agua de buena calidad.

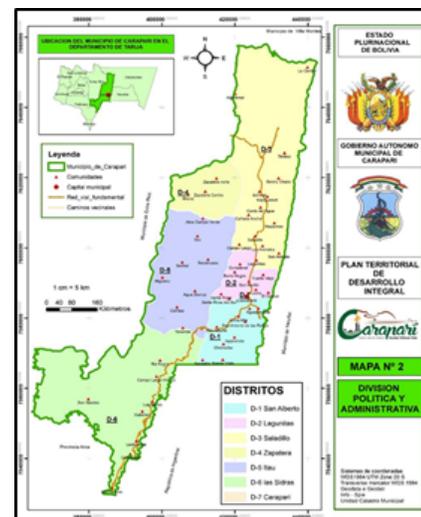
MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El proyecto de investigación se llevó a cabo en Caraparí, segunda sección de la provincia Gran Chaco perteneciente al departamento de Tarija del Estado Plurinacional de Bolivia. El D-7 Caraparí, es el lugar donde se realizara el proyecto de investigación, es la mancha urbana del municipio de Carapari y engloba 3 barrios, el barrio Virgen de Guadalupe, Barrio Carapari Zona sur y Zona Norte.

Limita al Sur Este con la Republica Argentina, al Sur Oeste con Provincia Arce del Departamento de Tarija, al Noroeste con la Provincia O'Connor del mismo departamento. Su vecino en el Norte es Villa Montes y al Este Yacuiba, ambos pertenecen a la misma Provincia Gran Chaco. (PTDI CARAPARI 2016 - 2020, 2016)

Imagen 1. Mapa de Caraparí



Fuente: PTDI Carapari 2016-2020

Metodología

La presente Investigación se llevó a cabo en un nivel de Investigación exploratorio, por lo que se efectuó en un ámbito poco estudiado, donde no se contaron con datos o investigaciones parecidas. En el diseño de la investigación se optó por la investigación de campo, siendo la misma la que consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin controlar las variables que actúan sobre nuestro objeto en investigación.

Donde se utilizó también un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo.

La metodología a seguir se desarrolla de la siguiente manera.

- *Identificación del área de trabajo en la que se ejecutara el proyecto.*

El proyecto de investigación como antes mencionado será llevado a cabo en Caraparí, más específicamente se tomaron en cuenta distintos lugares donde se pensó emplazar los cosechadores, para comenzar la investigación se concluyó que el sitio más adecuado sería un espacio en la parte alta del mirador de Caraparí

Imagen 2. Ubicación del Área del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

- **Diseño estructural de los cosechadores.**

Las dimensiones de los cosechadores son similares y de cañas bambú excepto el primer cosechador que tiene forma de cortina, el mismo tiene un ancho de 3 metros y 5 metros de alto.

El segundo y tercer cosechador está inspirado en la estructura Warka Water, con una altura de 5 metros de alto, un diámetro de 1.90 metros. Tienen un embudo que será el colector del agua cosechada además de una malla que es la que cosecha el agua.

- **Construcción de los cosechadores.**

La construcción de los cosechadores es la parte en la que más ayuda se necesitará para armarlos y al ser una investigación se tuvo que adecuar el proyecto para la zona donde se realizó, lo mismo pasaría si proyectamos el cosechador en algún lugar, tendría que pasar por adecuaciones las cuales ayudan a una mejor cosecha de agua en cuanto volúmenes.

Imagen 3. Cosechador N° 1



Fuente: Elaboración Propia

El cosechador N° 2 fue construido con la forma de una cortina igualmente con una altura de 5 metros, compuesto igual con caña bambú.

Imagen 4. Cosechador N° 2 y 3



Fuente: Elaboración Propia

Estos cosechadores se construyeron con la idea inspirada en el proyecto Warka Water, con la diferencia de ser construidos en una sola pieza. Construidos igualmente con caña bambú con la forma de torres de planta.

- **Recolección de datos para el análisis hidrológico.**

Para el cálculo hidrológico se realizaron distintos procedimientos, en un principio lo más importante recolectar los datos hidrológicos como: datos de humedad relativa, temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media.

Los mismos fueron obtenidos de las estaciones con más datos y las más cercanas, trabajando así con las estaciones de Yacuiba Aeropuerto como la estación patrón para rellenar los datos faltantes, se rellenó los datos de las estaciones de Palmar Grande y Entre Ríos. No se pudo trabajar con una estación del lugar ya que no se cuenta con la misma por lo cual se tomó esas tres estaciones antes mencionadas para triangular y mediante el método de las isoyetas calcular los datos de humedad relativa y las temperaturas para la área de estudio del proyecto que es Caraparí.

RESULTADOS

Cálculo y análisis con el método de las isoyetas.

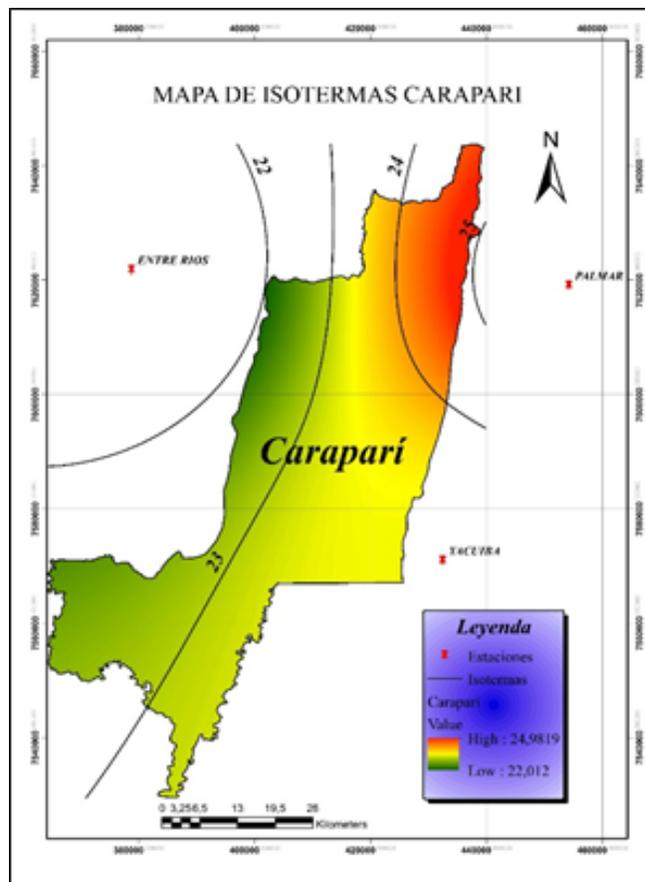
Después de rellenar los datos faltantes de las estaciones, se realizó el cálculo de la media de todos los datos rellenados de temperatura media como de la humedad relativa, obteniendo así la media de las temperaturas y humedad relativa para cada mes del año. Con la media calculada se procedió al cálculo de las temperaturas y humedad relativa mediante el método de las isoyetas, para así poder calcular el punto de rocío posteriormente para la zona de investigación el municipio de Caraparí.

Tabla 1. Isotermas

Meses	T °C
ENE	25.0
FEB	24.5
MAR	23.2
ABR	20.7
MAY	17.7
JUN	15.8
JUL	15.4
AGO	17.7
SEP	20.2
OCT	23.3
NOV	24.1
DIC	24.6

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 5. Mapa de Isotermas



Fuente: Elaboración Propia

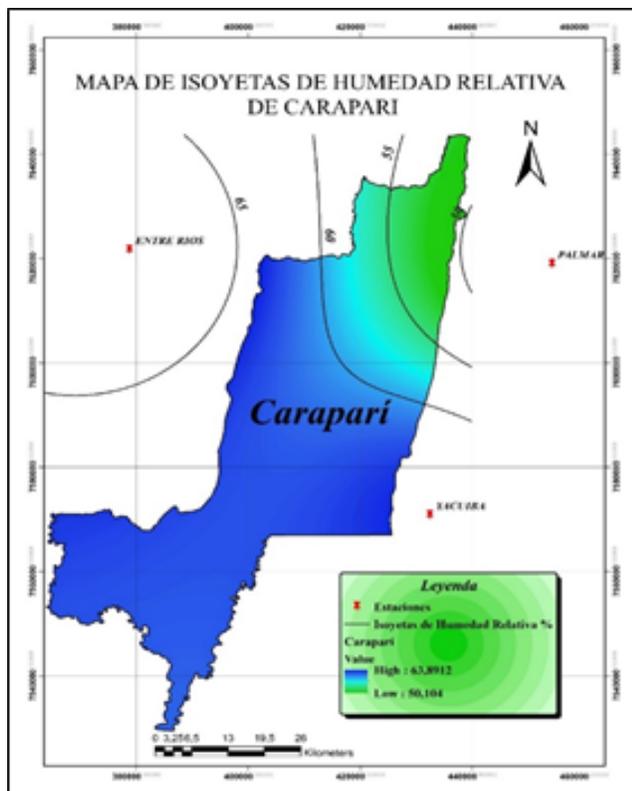
Tabla 2. Humedad Relativa

Meses	HR %
ENE	68.3
FEB	71.5
MAR	75.9
ABR	76.3
MAY	75.5
JUN	72.8
JUL	65.5
AGO	57.5
SEP	55.3
OCT	56.0
NOV	60.6
DIC	65.8

Fuente: Elaboración Propia

La humedad relativa se calculó con el método de las isoyetas al igual que las temperaturas, con los datos obtenidos del SISMET-SENAMHI.

Imagen 6. Humedad Relativa %



Fuente: Elaboración Propia

- *Cálculo del punto de rocío.*

Con los datos de temperatura y humedad relativa calculados por el método de las isoyetas anteriormente expresado se procedió al cálculo del punto de rocío o temperatura de rocío.

El cálculo se realizó con tres métodos convencionales diferentes para posteriormente hacer una comparación entre los mismos, ver la diferencia entre los resultados y calcular una media entre los resultados.

Cálculo del punto de rocío por Murray

Uno de los modelos utilizados para estimar la temperatura del punto de rocío es con la expresión de Murray (1967), expresada como:

Ecuación 1. Punto de Rocío por Murray

$$T_{\text{rocío}} = \frac{237.3}{\left\{ \frac{1}{\left[\frac{\ln\left(\frac{HR}{100}\right)}{17.27} \right] + \left[\frac{T}{273.3 + T} \right]} - 1 \right\}}$$

Donde:

Trocío: es la temperatura del punto de rocío (°C)

T: temperatura media (°C)

HR: humedad relativa media (%)

Tabla 3. Punto de Rocío por Murray

CÁLCULO DEL PUNTO DE ROCÍO POR EL MÉTODO DE MURRAY			
Mes	HR %	T °C	T rocío
ENE	68.3	25.0	18.8
FEB.	71.5	24.5	19.0
MAR.	75.9	23.2	18.7
ABR.	76.3	20.7	16.4
MAY.	75.5	17.7	13.3
JUN.	72.8	15.8	10.9
JUL.	65.5	15.4	9.0
AGO.	57.5	17.7	9.2
SEP.	55.3	20.2	11.0
OCT.	56.0	23.3	14.0
NOV.	60.6	24.1	16.0
DIC.	65.8	24.6	17.8

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del punto de rocío por Bosen.

Ecuación 2. Punto de rocío por Bosen

$$T_{\text{rocío}} = \left(\frac{HR}{100}\right)^{\frac{1}{8}} * [112 + 0.9 * T] + (0.1 * T) - 112$$

Tabla 4. Punto de rocío por Bosen

CÁLCULO DEL PUNTO DE ROCÍO POR EL MÉTODO DE BOSEN			
Mes	HR %	T °C	T rocío
ENE	68.3	25.0	18.7
FEB.	71.5	24.5	19.0
MAR.	75.9	23.2	18.7
ABR.	76.3	20.7	16.4
MAY.	75.5	17.7	13.3
JUN.	72.8	15.8	10.9
JUL.	65.5	15.4	8.9
AGO.	57.5	17.7	9.1
SEP.	55.3	20.2	10.9
OCT.	56.0	23.3	14.0
NOV.	60.6	24.1	16.0
DIC.	65.8	24.6	17.8

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo del punto de rocío por Linsley.

Ecuación 3. Punto de rocío por Linsley

$$T_{\text{rocío}} = T - (14.55 + 0.114 * T) * X - [(2.5 + 0.007 * T) * X]^3 - (15.9 + 0.117 * T) * X^{14}$$

Donde: $X = 1 - HR/100$

CALCULO DEL PUNTO DE ROCIO POR EL METODO DE LINSLEY				
Mes	HR %	T °C	X	T rocío
ENE.	68.3	25.0	0.32	18.9
FEB.	71.5	24.5	0.29	19.1
MAR.	75.9	23.2	0.24	18.8
ABR.	76.3	20.7	0.24	16.4
MAY.	75.5	17.7	0.25	13.4
JUN.	72.8	15.8	0.27	11.0
JUL.	65.5	15.4	0.35	9.0
AGO.	57.5	17.7	0.43	9.3
SEP.	55.3	20.2	0.45	11.0
OCT.	56.0	23.3	0.44	14.1
NOV.	60.6	24.1	0.39	16.1
DIC.	65.8	24.6	0.34	17.9

Fuente: Elaboración Propia

Punto de rocío.

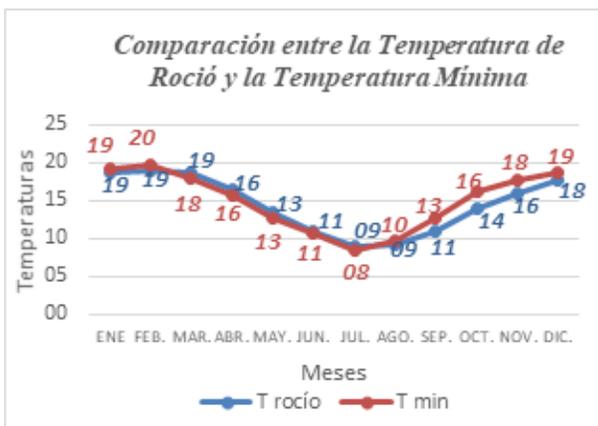
La temperatura de punto de rocío "T rocío", es aquella temperatura a la que se condensa el vapor que llegaría a ser como la temperatura mínima a la que desciende. Con los tres resultados de puntos de rocío se sacó una media con la que se realizó una comparación.

Tabla 6. Comparación de temperaturas

Comparación entre la Temperatura de Rocío y la Temperatura Mínima			
Mes	Trocío	Tmin °C	°C
ENE	18.8	19.3	-0.5
FEB.	19.0	19.6	-0.6
MAR.	18.7	18.0	0.7
ABR.	16.4	15.7	0.7
MAY.	13.3	12.7	0.6
JUN.	10.9	10.6	0.3
JUL.	9.0	8.4	0.6
AGO.	9.2	9.8	-0.6
SEP.	11.0	12.7	-1.7
OCT.	14.1	16.2	-2.1
NOV.	16.0	17.7	-1.7
DIC.	17.8	18.7	-0.9

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 1. Comparación de temperaturas



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica se puede ver mejor representado los meses en los que el punto de rocío si llega a la temperatura mínima. Para que exista el punto de rocío debe ser la temperatura mínima menor o igual a la temperatura de rocío, como es en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto.

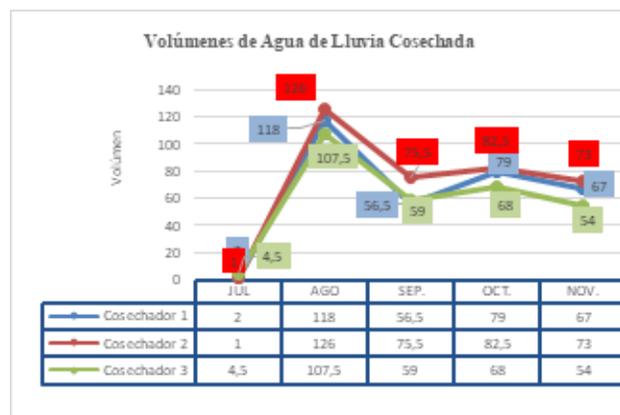
Análisis de los resultados de la cosecha de agua.

Se ha realizado la cosecha y análisis de los volúmenes cosechados en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Los mismos fueron cosechados con áreas iguales, pero en diferentes formas ya que el cosechador N° 1 tiene un área rectangular y el cosechador N° 2 y 3 tienen formar parecida al de un cono pero no completo.

Los volúmenes de agua cosechados en un 100% fueron de agua de lluvia, ya que los meses que en Caraparí existe más niebla los cosechadores se encontraban en adecuación para una mejor cosecha de agua.

Para el meses mencionados anteriormente en los que más neblina existe y se puede simplemente observar todas las superficies por las mañanas mojadas incluso las gotas formadas en pequeños chorros de agua, no se pudo realizar la cosecha de agua debido a que los cosechadores se encontraban en la primera fase en la que se realizó diferentes cambios con el fin de mejorar la cosecha, porque el agua cosechada se quedaba en las cañas, la malla como se muestra en la Imagen 5.24 y no podía llegar a ser almacenada como se deseaba por lo que la simple observación en el lugar y el cálculo del punto del rocío pueden certificar que se puede cosechar el agua de la niebla y el rocío.

Cuadro 2. Volúmenes de agua de lluvia cosechada



Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la cuadro 2 hay una gran diferencia entre los volúmenes de agua cosechados, esto se debe a la diferencia de lluvia entre los meses.

También podemos realizar la comparación entre los tres cosechadores para el mes de agosto donde observamos que es el mes que más agua cosecha, debido a las fuertes lluvias. Al realizar el análisis de los tres volúmenes se llega a la conclusión de que el cosechador con más volumen de agua es el cosechador número dos con un volumen de 126 litros, debido a los cambios que se realizaron colocándole una malla doble y un colector que dirige el agua al almacenamiento

En segundo lugar, está el cosechador número uno con un volumen de 118 litros, la misma cuenta con una sola malla pero es de una cobertura mayor o en otras palabras una malla más tupida, en último lugar el cosechador número dos con una malla con cobertura del 50% cosecho un volumen de 107.5 litros.

Realizando la comparación entre los tres cosechadores en los siguientes meses sucede lo expresado anteriormente, el cosechador número dos es el que más agua logra cosechar seguido del cosechador número uno y por último el cosechador número tres.

Resultados de análisis de agua.

Se realizó un análisis de agua a los volúmenes cosechados para poder concluir en la calidad de agua que pudiese tener la misma y poder tener una base de laboratorio que sirva para respaldo y concusión así mismo tener una investigación más completa.

En función a la Norma Boliviana NB 512, los parámetros de control de calidad del agua para consumo humano que deben realizar las EPSA, se agrupan de acuerdo a su factibilidad técnica y económica en los siguientes grupos: control mínimo, control básico, control complementario y control especial. En esta investigación se realizaron; el control mínimo y control básico, los resultados se muestran a continuación en la siguiente tabla

Cuadro 3. Parámetros de control mínimo

1. PARÁMEROS DE CONTROL MÍNIMO		
Parámetro	Valor Máximo Aceptable	Resultados
Ph	6,5 - 9,0	7.38
Conductividad	1.500 μ S / cm*	698
Turbiedad	5 UNT	4.77
Cloro residual	0,2 - 1,0 mg/l	0,0 mg/l
Coliformes termoresistentes	< 1 UFC / 100 ml	ND
UNT = unidades nefelométricas de turbiedad		

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla en la primera columna se observan los parámetros posteriormente los valores máximos aceptables y los resultados en la última columna, al realiza la comparación con los valores máximos aceptables nuestra muestra no sobrepasa ningún valor, incluso se encuentran bajos o en medio, a excepción de la turbiedad que se encuentra cerca del valor máximo aceptable.

Cuadro 4. Parámetros de control Básico

2. PARÁMEROS DE CONTROL BÁSICO		
Parámetro	Valor Máximo Aceptable	Resultados
Físicos		
Color	15 U.C.V.	7 U.C.V
Químicos		
Solidos totales disueltos	1.000 mg / l	342 mg/l
Químicos Inorgánicos		
Alcalinidad total	370,0 mg/l de CaCO ₃	168 mg/l de CaCO ₃
Temp. De la muestra	°c	17.3 °C
Temperatura Ambiente	°c	28 °c
Calcio	200,0 mg/l	82 mg/l
Cloruros	250,0 mg/l	18 mg/l
Dureza	500,0 mg/l de CaCO ₃	206 mg/l de CaCO ₃
Hierro total	0,3 mg/l	0.24 mg/l
Magnesio	150,0 mg/l	20 mg/l
Manganeso	0,1 mg/l	0.038 mg/l
Sodio	200,0 mg/l	33.2 mg/l
Sulfatos	400,0 mg/l	10 mg/l
Cobre	1,0 mg/l	0.06 mg/l
Fluoruro	1,5 mg/l	0.41 mg/l
Nitrito	0,1 mg/l	0.074 mg/l
Nitrato	45 mg/l	5.5 mg/l
Cromo Hexavalente	mg/l Cr +6	0.02 mg/l Cr +6
UCV = Unidad de color verdadero (y no presentar variaciones anormales) – UCV en unidades de platino cobalto		

Fuente: Elaboración Propia

Como se mencionó al inicio también se realizó un análisis de control de básico, de la misma manera si se comparan los parámetros de valores máximos acepta-

bles con los resultados de la muestra ningún parámetro sobrepasa, lo que indica que se encuentra dentro de los parámetros agua potable, así mismo no es agua potable ya que necesita ser hervida o clorada para distribución, como lo menciona en la conclusión en los resultados de los laboratorios

CONCLUSIÓN

Se concluye que en la localidad de Caraparí según el cálculo realizado, si existen puntos de rocíos por lo que existen meses para cosechar agua de rocío y niebla.

Después del análisis realizado “el cosechador 2” es el que tiene mejor eficiencia con sus diferentes características, siendo el que más volúmenes de agua cosecho a través de los meses y el cosechador con el segundo volumen más alto, es el cosechador número 1 con su forma de cortina.

Y en los análisis realizados según la NB 512 que el agua cosechada se encuentra dentro de los parámetros establecidos, mas no es agua potable si no es hervida o clorada respectivamente. Y el agua para consumo humano solo requiere una cloración.

Para la cosecha de agua de la atmosfera en Caraparí se utilicen materiales más tupidos para recolectar el agua de mejor forma, utilizar un colector de agua después de la malla como se lo hizo al realizar las adecuaciones ya que no deja perder las gotas de agua que se quiere cosechar y para una mejor calidad de agua se debe colocar un filtro casero.

Los almacenamientos de agua se encuentren enterrados la mayor parte de su cuerpo para mantener la temperatura del agua.

Se debe evaluar la posibilidad de que esta investigación se la pueda usar en riego por cultivos agrícolas de subsistencia y de reforestación en zonas donde no llega el agua a algún sistema de riego y buscar comunidades apropiadas para su implementación de este sistema y garantizar la cosecha de agua por tiempo indefinido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSEN, J. (1958). An approximation formula to compute relative humidity from dry bulb and dew point temperatures. 486-486.

Campos Aranda, D. (1992). Procesos del Ciclo Hidrológico. In D. F. Campos Aranda, Procesos del Ciclo Hidrológico (p. 2). MEXICO: San Luis Potosi, S. L. P.

Chereque Moran, W. (1986). HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil. In W. Chereque Moran, HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil (p. 6). LIMA - PERU: CONCYTEC.

Chereque Moran, W. (1986). HIDROLOGIA para estudiantes de ing. civil. In W. Chereque Moran, HIDROLOGIA para estudiantes de ing. civil (pp. 5 - 6). LIMA - PERU: CONCYTE.

Chereque Moran, W. (1986). HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil. In W. Chereque Moran, HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil (p. 6). LIMA - PERU: CONCYTEC.

Chereque Moran, W. (1986). HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil. In W. Chereque Moran, HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil (p. 4). LIMA - PERU: CONCYTE.

Chereque Moran, W. (1986). HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil. In W. Chereque Moran, HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil (p. 3). LIMA - PERU: CONCYTEC.

Chereque Moran, W. (1986). HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil. In W. Chereque Moran, HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil (p. 9). LIMA - PERU: CONCYTEC.

Chereque Moran, W. (1986). HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil. In W. Chereque Moran, HIDROLOGIA para estudiantes de ingeniería civil (pp. 8 - 9). LIMA - PERU: CONCYTEC.

Dhual, R. (2017, mayo 25). Scribd. Retrieved from Scribd: <https://es.scribd.com/document/349437362/Clase-Humedad-y-Presion-Atmosferica-hidrologia>

Isan, A. (2017, noviembre 22). Ecología verde. Retrieved from Ecología verde: <https://www.ecologiaverde.com/estrategias-eficientes-de-captacion-de-agua-ambiental-339.html>

Issah A. Abukari , Mark W. Shankle , K. Raja Reddy. (2010). American Journal of Plant Sciences. Retrieved from American Journal of Plant Sciences: [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1431734](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1431734)

Ley de Medio Ambiente 1333. (1992). REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACION HIDRICA. LA PAZ:

Martines L., E., & Lira C. , L. (2008, octubre 22). Simposio de Metrología 2008. Santiago de Querétaro, Mexico. Retrieved from http://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/m1/sm2008-m117-1098.pdf

Martinez, I. (2014, septiembre 7). Retrieved from http://www.uprh.edu/inieves/QF_51/4_Tension_vapor_P_S.-

pdf

Monasterio, D. (2013, junio 4). monografias.com. Retrieved from monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos96/cosecha-agua/cosecha-agua.shtml>

Morán, C. (2018, noviembre 01). Tiempo.com. Retrieved from Tiempo.com: <https://www.tiempo.com/noticias/divulgacion/la-magia-de-los-microclimas.html>

Oliveras, J. (2014, septiembre 11). HidrojING. Retrieved from HidrojING: <http://www.hidrojing.com/la-cosecha-de-agua/>

Parada Puig, G. (2012, abril 18). El agua virtual: conceptos e implicaciones. Retrieved from El agua virtual: conceptos e implicaciones: <https://www.redalyc.org/html/896/89625076001/>

PTDI 2016-2020. (n.d.). In PTDI 2016-2020 (pp. 123-124). Carapari.

PTDI Carapari (2016 - 2020). (2016). Carapari, Bolivia.

PTDI CARAPARI 2016 - 2020. (2016). In PTDI CARAPARI 2016 - 2020 (p. 31).

Quenta Apaza, O. (2017). KATXAÑA UMA (recolector de niebla - agua). KATXAÑA UMA. El Alto - La Paz, Murillo, Bolivia.

PROPUESTA DE RECICLAJE MECÁNICO DE ENVASES PET PARA LA CIUDAD DE YACUIBA

PROPOSAL OF MECHANICAL RECYCLING OF PET CONTAINERS FOR YACUIBA CITY

Viviana Amparo Coa Turihuano – Ph. D. Artunduaga Eysin Neri

Licenciada en Ingeniería Sanitaria y Ambiental- Docente de la Facultad de Ciencias Integradas del Gran Chaco

Dirección de correspondencia: Barrio Nueva Esperanza
Correo Electrónico: coaviviana29@gmail.com
Celular: (+591) 75163524

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo de investigación implicó la determinación de la cantidad de envases plásticos PET (Tereftalato de Polietileno) que consume la población urbana del municipio de Yacuiba, por ende la generación de los residuos plásticos PET (específicamente los envases de bebidas carbonatadas, jugos, aguas); también implicó la determinación de la cantidad de envases PET reciclados.

La información se obtuvo mediante la realización de encuestas a las familias del área urbana del municipio de Yacuiba; entrevistas a las distribuidoras o agencias de gaseosas, jugos, aguas, y a acopiadoras de residuos sólidos aprovechables instaladas en el municipio de Yacuiba.

Se realizó un análisis de los resultados de la situación de la población de Yacuiba frente a los envases PET, del consumo y manejo de estos. Luego de obtener los resultados se planteó una propuesta de reciclaje de residuos plásticos PET además de informar que estos residuos luego de ser utilizados y desechados son una amenaza para el medio ambiente.

Asimismo, se propuso el Reciclaje Mecánico, el cual consiste en realizar el procedimiento de triturado, lavado, secado, y pelletizado, hasta la obtención de un nuevo producto que es el "Pellet".

PALABRAS CLAVE

Impacto ambiental, reciclaje, residuo plástico PET (RPET), pellet.

ABSTRACT

The development of this research work involved the determination of the amount of PET plastic containers (polyethylene terephthalate) consumed by the urban population of the municipality of Yacuiba, therefore the generation of PET plastic waste (specially carbonated beverage containers, juices, waters); It also involved determining the amount of recycled PET containers.

The information was obtained by conducting surveys of families in the urban area of the municipality of Yacuiba; interviews with distributors or agencies of soft drinks, juices, water and collectors of solid waste that can be used in the municipality of Yacuiba.

An analysis of the situation results of the population of Yacuiba against the PET containers, consumption and handling of these. After obtaining the results, a proposal for the recycling of PET plastic waste also was proposed, which consists of performing the crushing, washing, drying and pelletizing procedure.

KEY WORDS

Environmental impact, recycling plastic waste PET (RPET), pellet.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene por objeto proponer Reciclaje Mecánico del Plástico PET para la ciudad de Yacuiba, con la finalidad de reducir y evitar más daños al medio ambiente. Ya que los plásticos al ser desechados no se degradan fácilmente y causan problemas de contaminación en su entorno.

En este sentido para un mejor entendimiento el presente trabajo comprende seis capítulos:

Primero, consiste el por qué se llevó a cabo la investigación, describe los antecedentes, el problema, la justificación, y los objetivos de esta investigación, luego comprende la fundamentación teórica relacionado con esta investigación, redacta los conceptos y definiciones; además, comprende el Marco Legal con la redacción de normativas y legislaciones referidas a la investigación.

Posteriormente, se redactó la información de la zona de estudio para el cual se desarrolló esta investigación. También, comprende la metodología de investigación que se aplicó, el enfoque y las técnicas de investigación como ser encuestas, entrevistas. Dentro de este

capítulo también se encuentran los resultados de las entrevistas y la interpretación de encuestas, mediante el cual se identifica los impactos negativos ambientales provocados por los residuos plásticos PET. Finalmente se presentó la propuesta que se planteó en base a los resultados y los impactos ambientales identificados. Consistiendo en una propuesta de reciclaje mecánico de RPET, obteniendo como producto final el Pellet, constituyéndose el aporte de la investigación en base a los resultados, además también con su respectiva recomendación.

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

De acuerdo a estudios por Kantar Worldpanel (El Financiero, 2013), en un clima cálido o en tiempo de calor las bebidas cobran importancia y aumenta el consumo de agua, y refrescos.

La ciudad de Yacuiba se caracteriza por tener temperaturas altas, los veranos son largos y los inviernos son cortos; es por eso que la población consume en bastante cantidad jugos, aguas, gaseosas, energizantes ya sea en la mesa familiar, trabajo y recreación.

Los envases de estos productos pueden ser vidrio o plásticos PET, pero el último es el más utilizado ya que es un material ligero, resistente, y descartable. Así como se consume, también se genera los residuos, en este caso el residuo plástico PET.

Por lo tanto, genera un gran problema en la ciudad de Yacuiba, provocando impactos negativos en el ambiente, debido a que la generación de plásticos PET es elevada y no realizan el reciclaje de estos, solo existe una cantidad mínima que lo reutilizan y lo venden a acopiadoras.

El desconocimiento de las legislaciones, la falta de estrategias y programas en el municipio hace que no se aprovechen los RPET.

JUSTIFICACIÓN

Mucho de los productos que se adquieren están hechos para deshacerse inmediatamente, como ser el envase plástico PET, generalmente las personas compran y lo desechan de inmediato sin poder reutilizarlo o reciclarlo, muchos sin saber cuál es su disposición final y que consecuencias ocasionarán.

Como se indicó anteriormente, los RPET, al no ser aprovechados, contaminan el medio ambiente, como ser el agua, aire, y suelo; pero no sólo eso, ya que la mayoría del material desechado vuelve al ser humano a través de la cadena alimentaria.

Este trabajo da a conocer la situación de la ciudad de

Yacuiba frente a los RPET, y su inadecuado manejo. Es por eso que este trabajo de investigación propone realizar el reciclaje mecánico de los RPET, específicamente de los envases PET más consumidos (envases de gaseosas, jugos, aguas).

En la actualidad el reciclaje juega un papel muy importante para disminuir los impactos negativos ambientales, y así conservar, proteger el medio ambiente. Ya que el reciclaje mecánico, es el método más sencillo del reciclaje de los envases PET desechados.

Realizando el aprovechamiento de los RPET se podrá:

- Ahorrar materias primas, recursos naturales energéticos.
- Disminuir la emisión de gases de invernadero que emite la fabricación de plásticos.
- Reducir el volumen en la disposición final.
- Evitar la contaminación visual, ya que se observa envases plásticos esparcidos en las calles, a pesar de que la ciudad cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos.
- Reducir la contaminación del suelo, agua, aire, ya que los plásticos tardan muchísimos años en degradarse.
- El producto que se obtiene realizando el reciclaje mecánico es el Pellet, el cual puede utilizarse para la fabricación de nuevos productos como ser nuevos envases, alfombras, ropas, juguetes, y otros más.

ZONA DE ESTUDIO

Ubicación Geográfica

El Municipio de Yacuiba, Primera Sección Municipal de la Provincia Gran Chaco del departamento de Tarija, se encuentra ubicado en el Sub Andino Sur y la Llanura del Chaco.

Se encuentra entre las coordenadas geográficas 22°00'00" latitud sur, y 80°38'00" longitud oeste, desde el paralelo 21°58'54" hasta el paralelo 21°56'54".

La jurisdicción territorial del municipio de Yacuiba, constituye una franja que se proyecta en la serranía del Aguara Güe y se prolonga hasta la zona de transición pasando a la llanura chaqueña.

Población Total

De acuerdo a la información del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2012, el Municipio de

Yacuiba tiene una población de 92.245 habitantes. De acuerdo al incremento de población del año 2001 al año 2012, el índice de crecimiento es de 0,9%.

Tabla 1
Población del Municipio Yacuiba

	Total (Hab.)	Área Urbana (Hab.)	Área Rural (Hab.)
Yacuiba	92.245	61.917	30.328
	100%	67 %	33%

Fuente: Plan Territorial de Desarrollo Integral PTDI Yacuiba 2016-2020

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

La presente investigación, concentra información cualitativa y cuantitativa obtenida de fuentes primarias y secundarias, a través de encuestas, entrevistas a autoridades, distribuidoras de gaseosas, aguas, jugos, recicladoras y la observación directa.

Es cuantitativa porque esta investigación genera datos o información numérica, se realiza el manejo de información referidos a valores y aplicaciones estadísticas.

Es cualitativa porque la información es recogida en base a la información de los comportamientos naturales, de las respuestas de los entrevistados.

► Metodología Descriptiva

Este trabajo de investigación es descriptiva porque se identificó la situación actual de la generación y el manejo de los Residuos Plásticos PET. Es decir se identificó la cantidad de generación de Residuos de Envases Plásticos PET en la ciudad de Yacuiba, y si éstas son recicladas o no, o qué se hacen con los plásticos PET en la ciudad de Yacuiba. Es descriptiva también porque se describió la problemática que ocasionan en el medio ambiente, planteando una alternativa de solución.

Según (Monje Álvarez, 2011) este tipo de estudio busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones. Con mucha frecuencia las predicciones se hacen por encuestas.

► Método Deductivo

Es deductivo, porque la información obtenida, parte de lo general a lo particular.

► Determinación del Tamaño de la Muestra

Para la obtención de la muestra del Municipio de Yacuiba se utilizó la técnica del muestreo aleatorio simple, ya que permite obtener una muestra representativa, cada elemento de la población tiene una probabilidad de selección y equitativa, y posteriormente se utilizó el muestreo estratificado.

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

ec.1.

n= Tamaño muestral.

N= No. De la Población proyectada al 2018

Z= Nivel de Confianza, se considera 1,96 para obtener un nivel de confianza 95%

p= Probabilidad de ocurrencia (0,90)

q= Probabilidad de no ocurrencia 1-p (p=10%)

q = 1-0,90 q= 0,10

e = Error que se prevé cometer (5%)

Según la Tabla 1, el número de habitantes del área urbana del Municipio de Yacuiba para el año 2012 es de 61.917 habitantes, el índice de crecimiento de la población del año 2001 al año 2012 es de 0,9%, entonces:

Mediante la fórmula del Método Geométrico:

$$Pobl_{2018} = Pobl_{2012} * \left(1 + \frac{i * t}{100}\right)$$

ec.2.

Donde:

i = índice de Crecimiento

Pobl₂₀₁₈= Total de Habitantes en el año 2018 del Municipio de Yacuiba

Pobl₂₀₁₂= Número de Habitantes del Municipio de Yacuiba 2012

t = Cantidad de años de diferencia entre los años 2012 y 2018.

$$Pobl_{2018} = 61.917 * \left(1 + \frac{0,9 * 6}{100}\right)$$

$$Pobl_{2018} = 65.260,52 \approx 65.261$$

que corresponde ser el promedio del número de personas por familia.

que corresponde ser el promedio del número de personas por familia.

Tabla 2
Número de Familias

Número de Habitantes (2018)	Número de personas por familia	Número de Familias
65.261	5	13.052,2

Fuente: Elaboración Propia

Entonces el tamaño de la muestra será:

$$n = \frac{(1,96)^2 * 13.052(0,9 * 0,1)}{(0,05)^2(13.052 - 1) + (1,96)^2(0,8 * 0,2)}$$

$$n = 136,86 \approx 137 \text{ Familias}$$

El número de familias a encuestar es 137 en el área urbana del Municipio de Yacuiba, esta cantidad de encuestas se realizó en los cuatro distritos (1, 2, 3, 4).

División de la Muestra

Para realizar la división de la muestra, se utilizó la técnica del muestreo estratificado basado en la bibliografía de (Hilarión Santos & Polanco Michel, 2009).

Se utilizó el muestreo estratificado para la obtención de la cantidad de encuestas realizadas por cada barrio.

Tabla 3
Número de Manzanos

DISTRITOS	BARRIOS	NO. DE MANZANOS
DISTRITO I	Barrio Héroes Del Chaco	15
	Barrio San José De Pocitos	11
	Barrio 27 De Mayo	14
	Barrio Defensores	22
	Barrio Soberanía	24
	Barrio Primavera	20
	Barrio Andaluz	18
TOTAL DISTRITO I		124
DISTRITO II	Barrio El Jardín	18
	Barrio La Cruz	35
	Barrio Municipal	8
	Barrio Fray Quebracho	11
	Barrio La Playa	19
	Barrio Las Delicias	15
	Barrio Aserradero	6
	Barrio San José Obrero	42
	Barrio Juan XXIII	10

TOTAL DISTRITO II		164
DISTRITO III	Barrio Centro Sud	14
	Barrio San Pedro	15
	Barrio El Carmen	7
	Barrio Los Lapachos	18
	Barrio Centro Norte	11
	Barrio Luz Y Fuerza	8
	Barrio Lourdes	19
	Barrio Americano	26
	Barrio San Francisco	48
Barrio Ferroviario	23	
TOTAL DISTRITO III		189
DISTRITO IV	Barrio Atlético Norte	12
	Barrio Petrolero	15
	Barrio Los Paraísos	90
	Barrio Gremialista	67
	Barrio El Prado	25
	Barrio 12 De Agosto	6
	Barrio Santa Candelaria	10
	Barrio El Pacará	15
	Barrio El Porvenir	17
	Barrio Monte Redondo	8
	Barrio Nacional	47
	Barrio San Gerónimo	39
	Barrio Héroes Del Chaco	44
	Barrio San Miguel De La Ceiba	19
	Barrio Florida	16
	Barrio Lapachal Bajo	4
Barrio San Juan	12	
Barrio Virgen De Guadalupe	7	
TOTAL DISTRITO IV		453
TOTAL MANZANOS EN LOS 4 DISTRITOS		930

Fuente: Elaboración Propia

Número Promedio de Hogares por Manzano

Para la determinación del número de hogares por manzano en cada barrio de cada distrito del área urbana de Yacuiba se dividió el número de familia entre el número total de Manzanos

$$\text{Promedio de Hogares por Manzano} = \frac{\text{Número de Familias}}{\text{Número Total de Manzanos}} \text{ ec.3.}$$

$$\text{Promedio de Hogares por Manzano} = \frac{13.052}{930} = 14,03 \approx 14$$

El número promedio de Hogares por cada manzano en cada barrio es 14.

Número de Encuestas por Manzano

Para la obtención del número de encuestas por cada manzano, se dio un salto simétrico de 5, es decir que cada 5 hogares se realizará una encuesta

$$\text{Número de encuestas por manzano} = \frac{\text{Promedio de hogares por manzano}}{\text{Salto simétrico}}$$

Número de Manzanos a ser Encuestados

Para la determinación del número de manzanos a ser encuestados se divide el total de encuestas entre el número de encuestas por manzano.

$$\text{Número de manzanos a ser Encuestados} = \frac{\text{Número de Encuestas}}{\text{Número de Encuestas por manzano}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Manzanos a ser Encuestados} = \frac{137}{3} = \text{ec.5.} \\ 45,67 \approx 46$$

Salto Simétrico

El salto simétrico se refiere cada cuántos manzanos se encuestará a las familias. Para eso se divide el Número total de manzanos entre el número de Manzanos a ser encuestados

$$\text{Salto Simétrico} = \frac{\text{Total de Manzanos}}{\text{Número de Manzanos a encuestar}}$$

ec.6.

$$\text{Salto Simétrico} = \frac{930}{46} = 20,22 \approx 20$$

Número de Manzanos a encuestar en cada Distrito

Para la determinación del número de manzanos a encuestar en cada distrito se divide el número de manzanos de cada distrito entre el producto de número total de manzanos por el número de manzanos a ser encuestados

$$\text{Número de manzanos a encuestar en cada Distrito} = \frac{\text{Número de manzanos en cada Distrito}}{\text{Total de manzanos}} * \text{Número de manzanos a ser encuestados}$$

ec.7.

Tabla 4
Número de Manzanos a Encuestar

DISTRITOS	NÚMERO DE MANZANOS A
Distrito I	6
Distrito II	8
Distrito III	9
Distrito IV	23

Fuente: Elaboración Propia

Total de Encuestas por Cada Distrito

Para la obtención del total de encuestas por distrito, se realiza el producto del número de manzanos a encuestar en cada distrito y el número de encuestas por manzano.

Tabla 5
Total de Encuestas por cada Distrito

DISTRITO	NO. DE MANZANOS	NO. DE MANZANOS A ENCUESTAR EN CADA DISTRITO	NO. DE ENCUESTAS POR MANZANO	TOTAL ENCUESTAS POR DISTRITO
Distrito I	124	6	3	18
Distrito II	164	8	3	24
Distrito III	189	9	3	27
Distrito IV	453	23	3	69

Fuente: Elaboración Propia

Número de Encuestas por Barrio

Se determinó el número de encuestas por barrio, realizando la división del total de manzanos en cada barrio entre el total de manzanos en cada distrito, y el resultado se multiplica por el total de encuesta por distrito

$$\text{Total encuesta por Barrio} = \frac{\text{Total de manzanos en cada Barrio}}{\text{Número de manzanos en cada Distrito}} * \text{Total Encuesta}$$

Tabla 6
Total Encuesta por Barrio

DISTRITOS	BARRIOS	NO. DE MANZANOS	TOTAL ENCUESTA POR BARRIO
DISTRITO I	Barrio Héroes Del Chaco	15	2
	Barrio San José De Pocitos	11	2
	Barrio 27 De Mayo	14	2
	Barrio Defensores	22	3
	Barrio Soberanía	24	4
	Barrio Primavera	20	3
	Barrio Andaluz	18	2
Total Distrito I		124	18
DISTRITO II	Barrio El Jardín	18	2
	Barrio La Cruz	35	5
	Barrio Municipal	8	1
	Barrio Fray Quebracho	11	2
	Barrio La Playa	19	3
	Barrio Las Delicias	15	2
	Barrio Aserradero	6	1
	Barrio San José Obrero	42	6
Barrio Juan XXIII	10	1	

DISTRITO III	Barrio Centro Sud	14	2
	Barrio San Pedro	15	2
	Barrio El Carmen	7	1
	Barrio Los Lapachos	18	3
	Barrio Centro Norte	11	2
	Barrio Luz Y Fuerza	8	1
	Barrio Lourdes	19	3
	Barrio Americano	26	3
	Barrio San Francisco	48	7
Barrio Ferroviario	23	3	
Total Distrito III		189	27
DISTRITO IV	Barrio Atlético Norte	12	2
	Barrio Petrolero	15	2
	Barrio Los Paraísos	90	14
	Barrio Gremialista	67	10
	Barrio El Prado	25	4
	Barrio 12 De Agosto	6	1
	Barrio Santa Candelaria	10	1
	Barrio El Pacará	15	2
	Barrio El Porvenir	17	3
	Barrio Monte Redondo	8	1
	Barrio Nacional	47	7
	Barrio San Gerónimo	39	6
	Barrio Héroes Del Chaco	44	7
	Barrio San Miguel De La Ceiba	19	3
	Barrio Florida	16	2
	Barrio Lapachal Bajo	4	1
Barrio San Juan	12	2	
Barrio Virgen De Guadalupe	7	1	
TOTAL DISTRITO IV		453	69
TOTAL MANZANOS EN LOS 4 DISTRITOS		930	137

Fuente: Elaboración Propia

El número total de encuestas es 137; por lo tanto es el número de encuestas que se realizó a la población, se encuestó a 18 familias en el distrito I, 24 familias en el distrito II, 27 en el distrito III, y 69 en el distrito IV

Peso unitario de envases plásticos PET

La lista de formatos de los productos de jugos, gaseosas, aguas en envases de plásticos PET y la cantidad de los mismos que entregan en promedio al día en el área urbana del municipio de Yacuiba (promedio de la cantidad de consumo diario de la población de la ciudad de Yacuiba), se obtuvo a través de entrevistas realizadas a las distribuidoras.

Tabla 7
Peso Unitario de Envase Plástico (PET)

PESO UNITARIO DE ENVASES PLÁSTICOS (PET)			
N°	Nombre	Formato (Lts)	Peso Unitario (Gramos)
1	Agua Mendocina	3	55
2	Agua Mendocina	2	48
3	Agua Ok	2	48
4	Agua Ok	0,60	24
5	Agua Pura Vida	5	95
6	Agua Pura Vida	2	48
7	Agua Pura Vida	0,5	24
8	Agua Viscachani y Villa Santa	5	93
9	Agua Viscachani y Villa Santa	2	47
10	Agua Viscachani y Villa Santa	0,5	24
11	C-Frut	3	61
12	Cascada y Coca Quina	3	60
13	Cascada	0,355	24
14	Clari-Frut	3	61
15	Clari-Frut	2,5	50
16	Clari-Frut	0,60	24
17	Coca Cola	3	61
18	Coca Cola	2	48
19	Coca Cola	0,5	24
20	Coca Cola	0,25	24
21	Frutal	2	48
22	Frutal	0,35	24
23	Gattur	0,5	25
24	H20H	2	48
25	H20H	1	40
26	H20H	0,5	25
27	Jugo Pura Vida	2	49
28	Jugo Pura Vida	0,5	24
29	Mendocina	3	55
30	Mendocina	2	48
31	Mendocina	1	38
32	Mendocina	0,5	24
33	Mendocina	0,33	21
34	Pepsi	3	61
35	Pepsi	1	40
36	Pepsi	0,5	24
37	Pet Cola	2	47
38	Sfrut	2,5	51
39	Sfrut	2	48
40	Sfrut	1,5	40
41	Sfrut	0,60	24
42	Tampico	5	95
43	Tampico	3	56
44	Tampico	2,5	50
45	Tampico	2	48
46	Tampico	1,5	40
47	Tampico	0,5	24
48	Vico	2	48
49	Vikito	0,36	18
50	Volt	0,35	28

Fuente: Elaboración Propia

Determinación de generación de residuos plásticos PET diario, semanal, mensual

Para la determinación de la generación de Residuos plásticos, se determinó la cantidad de consumo de jugos, gaseosas, aguas en envases de plásticos.

La cantidad de jugos, aguas, gaseosas en envases PET consumidos, es igual a la cantidad de Residuos PET generados.

$$\text{CONSUMO ENVASES PET} = \text{GENERACIÓN DE RPET}$$

ec.9.

La cantidad de envases (consumidos diariamente) se multiplicó por el peso unitario, obteniendo el peso total de plásticos PET de consumo diario.

Tabla 8

Peso Total de Generación de Envases Plásticos PET en el Área Urbana de Yacuiba

PESO TOTAL DE GENERACIÓN DE PLÁSTICOS PET DIARIO, SEMANAL, MENSUAL		
	KG	TON.
DIARIO	438,70	0,439
SEMANAL	2.632,20	2,632
MENSUAL	10.528,80	10,529
ANUAL	126.345,60	126,346

Fuente: Elaboración Propia

El área urbana del municipio de Yacuiba según la Tabla 1 tiene la mayor parte de la población de la totalidad del Municipio, siendo un 67%. Entonces con ese valor se obtiene el peso total del área urbana del Municipio de Yacuiba como indica en la Tabla 8. Diariamente se genera 438,70 Kg de RPET, semanalmente 2.632,20 kg y 10.528,80 kg mensualmente.

Determinación de producción per cápita diario.

Aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Producción Per cápita Diario de RPET (ppdPET)} = \frac{\text{Peso total de RPET (WTPET)}}{\text{Número Total de Personas (Nt)}}$$

ec.10.

Se obtiene:

Tabla 9

Producción Per Cápita Diario de RPET

PRODUCCIÓN PER-CÁPITA DE PLÁSTICOS PET "DIARIO" EN EL ÁREA URBANA DE YACUIBA	
NO. DE HAB. EN EL ÁREA URBANA-2018	65.261

PESO TOTAL PLÁSTICOS PET DIARIO (KG)	438,70
P.P.D. (Kg/Hab-día)	0,0067

Fuente: Elaboración Propia

Cada habitante del área urbana del Municipio de Yacuiba genera un ingreso de 0,0067 kg de residuos plásticos PET por día.

Determinación del peso total de residuos plásticos no reciclados.

La cantidad de RPET no reciclados es la diferencia de residuos de envases PET generados y residuos de envases PET reciclados. La cantidad de RPET reciclados se obtiene mediante la información obtenida a través de encuestas.

Tabla 10

Peso Total RPET no Reciclados en el Área Urbana de Yacuiba

PESO TOTAL RPET NO RECICLADOS EN EL ÁREA URBANA DE YACUIBA		
	KG/DÍA	TON/DÍA
Peso Total RPET Generados	438,70	0,439
Peso Total RPET Reciclados	151,67	0,152
TOTAL	287,03	0,287

Fuente: Elaboración Propia

PROPUESTA, RECICLAJE MECÁNICO

Reciclaje Mecánico

Es el método más utilizado a nivel mundial, más fácil y económico de procesarlo. Consiste en separar los plásticos según su clasificación, lavarlos, y triturarlos. El producto son pequeños trozos, que luego pueden ser sometidos a otros procesos para la obtención de nuevos productos.

Existen diferentes alternativas de tratamiento a los residuos plásticos, pero se opta por el reciclaje mecánico, ya que es viable para la ciudad de Yacuiba porque no requiere tecnología de punta, mientras que el reciclaje químico y el reciclaje cuaternario requieren de instalación y mantenimiento especializado.

Los plásticos abundan en su clasificación, son muy distintos y mezclarlos implica una debilitación en su estructura. Por tal motivo se escoge al PET, ya que este material tiene bastante demanda en la ciudad de Yacuiba.

A continuación se describe el proceso del reciclaje mecánico para el RPET, una alternativa de reciclaje del plástico para la obtención de un nuevo producto, el Pellets.

► **Recolección del RPET (Acopio)**

La recolección de los residuos plásticos PET es el primer paso de este proceso. El cual consiste en acopiar los RPET en un centro de acopio, o también en varios puntos fijos de acopio.

► **Clasificación y Separación del material**

Este proceso consiste en clasificar los materiales (escoger solo el material que se requiere, en este caso solo el RPET), separar los materiales no deseados que se encuentran adheridos en los envases, como ser, metales, residuos orgánicos. También, se separa de los envases las tapas, arillos y etiquetas.

De acuerdo a (Vélez Bone & Mosquera González, 2012), el 2% del peso total del material acopiado son residuos no deseados.

► **Trituración y molienda**

En este proceso se realiza el quebrantamiento y fraccionamiento del material, tiene como objetivo principal la reducción de tamaño de la botella hasta obtener hojuelas de aproximadamente 10- 16mm, dependiendo del molino que se utilice, la molienda del material se realiza en un molino, en el cual el RPET se introduce, en este proceso se tendrá pérdida de materiales finos y fracciones de polvos. El cual se estima una pérdida de 2%.

► **Lavado**

Como los residuos plásticos provienen de diversas fuentes, estos se encuentran sucios con tierra, restos de etiquetas y adhesivos. Posteriormente el material se lava, para retirar los residuos de adhesivos y contenido. La suciedad de los RPET representa un 2%, el cual es denominado como lodos.

Este proceso consiste en realizar el lavado del material, en un equipo de lavado, en el cual se añade una solución detergente con una concentración del 0,5%. O también empleando una solución caustica (la mezcla no debe de exceder el 5% de sosa caustica), si se excede en la cantidad de sosa caustica provoca una cristalización del material implicando un decremento en sus propiedades mecánicas.

► **Secado o centrifugado**

Posteriormente se realiza el proceso de secado, que consiste en eliminar la humedad del material.

Pueden usarse secadores centrífugos de aire ya sea caliente o frío, que circulando entre el material picado. Se debe eliminar la humedad hasta alcanzar valores permisibles menores al 1% de humedad.

► **Almacenamiento Previo**

Es el sitio previo al proceso de Extrusión, después de ser separados de los materiales no deseados y triturados se almacena previamente el material denominado como hojuelas, pudiendo ser en una tolva de almacenamiento.

► **Obtención del Pellet-Extrusión y Pelletizado**

Las hojuelas limpias y secas pueden ser comercializadas o bien transformarse a Pellets mediante extrusión, para el cual se deben introducir en extrusora, donde se funde el material con la finalidad de homogenizar, posteriormente se los lleva a una pelletizadora, en el cual se le da la forma y el tamaño final.



Figura 1. Productos Pellet

Fuente: (Vélez Bone & Mosquera González, 2012)

Los pellets plásticos son gránulos de plástico parecidas a las resinas plásticas originales. Pueden ser de varias formas ovoides esféricas, de diferentes tamaños, usualmente de 10mm a 16 mm y de distintos colores, generalmente blancas o transparentes, de acuerdo a como lo requiere el cliente.

LÍNEA DE RECICLAJE

► **Centro de acopio**

Para la determinación del área del centro de acopio, se requiere como dato el volumen de RPET generados en la ciudad de Yacuiba, pero el valor a ocupar es el que está proyectado al año 2038.

Para determinar el volumen se dividió el Peso Total de RPET entre la densidad del plástico PET.

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso (Kg)}}{\text{Densidad Insitu (}\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\text{)}}$$

ec.10.

Densidad In situ: 54 kg/m³

Tabla 11
Volumen de RPET

VOLUMEN (m3)		
	AÑO 2018	AÑO 2038
DIARIO	8,13	9,60
SEMANAL	48,74	57,52
MENSUAL	195	230,07
ANUAL	2339	2760,85

Fuente: Elaboración Propia

Para la determinación del área del centro de acopio se basó en el valor diario.

Asumiendo una altura de 3 m, se tiene:

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \frac{9,60\text{m}^3}{3\text{m}}$$

$$\text{Área (m}^2\text{)} = 3,20 \text{ m}^2$$

El área del centro de acopio es de 3,20 m², para envases PET desechados compactados.

El volumen obtenido es en base a la densidad del RPET compactado; si el envase no estuviese compactado, tendría otra densidad más, la densidad del aire. Entonces el volumen sería un valor mayor. El área de 3m² no contempla los espacios de desplazamiento del personal, solamente es el valor del área para RPET compactados.

Capacidad de producción de la línea de reciclaje

De acuerdo a la información y los resultados obtenidos, se tiene que en la ciudad de

Yacuiba se genera 439 kg por día para el año 2018.

Para la determinación de la capacidad de producción de las máquinas para el reciclaje mecánico, se convierte a kg por hora, pero el valor a ocupar, es la generación de RPET proyectado al 2038, siendo el valor de 518 kg/día.

Entonces se tiene:

518 kg	→	24 horas
X kg	→	1 hora
■		21,58 kg/ hora
		22 kg/ hora

La capacidad de producción es 22 kg/hora. Para la selección del material se debe basar en ese valor, la línea de reciclaje mecánico debe ser superior a 22kg/hora.

Como sugerencia de acuerdo a los resultados obtenidos se puede analizar la línea de reciclaje Dinaplast. GM Ltda. y Krones Metapure.

Objetivos Específicos.

► Recolección del RPET (Acopio)

La cantidad de material que se acopia como se indicó anteriormente es de 439 kg/día, este valor es incluido con el material no deseado. A este material que ingresa se le denominará con: "b1".

► Clasificación y separación del material



Figura 2. Diagrama de Clasificación y Separación
Fuente: Elaboración Propia

Donde:

b1= Residuos PET acopiados

b2= RPET sucios, es el material sucio que sale, pero separado de residuos más grandes como ser vidrios, adhesivos, metales.

b3= Residuos no deseados (Metales, vidrios, adhesivos, y otros).

Cálculo:

-Residuos no deseados

$$b1 = b2 + b3$$

b3= 0,02 * b1; **2% son residuos no deseados**

$$b3 = 0,02 * 439 \text{ kg/día}$$

$$\mathbf{b3 = 8,78 \text{ kg/ día}}$$

-RPET sucios

$$b2 = b1 - b3$$

$$b2 = 439 \text{ kg/día} - 8,78 \text{ kg/día}$$

$$\mathbf{b2 = 430,22 \text{ kg/día}}$$

► Trituración y Molienda

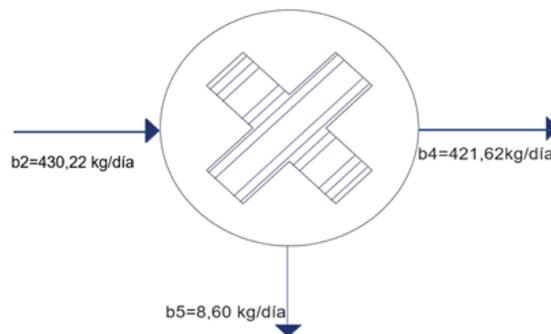


Figura 3. Diagrama de Trituración y Molienda
Fuente: Elaboración Propia

Donde:

b2= RPET sucios: es el que salió del proceso de separación y el que ingresa al proceso de molienda.

b4= RPET molido sucios; es el RPET sucio que sale molido de este proceso.

b5= Pérdida de materiales, como ser material fino y fracciones de polvos.

Cálculo:

-Material perdido

$$b2 = b4 + b5$$

$b5 = 0,02 * b2$; 2% son materiales perdidos en el proceso de molienda.

$$b5 = 0,02 * 430,22 \text{ kg/día}$$

$$b5 = 8,60 \text{ kg/ día}$$

-RPET sucios y molidos

$$b4 = b2 - b5$$

$$b4 = 430,22 \text{ kg/día} - 8,60 \text{ kg/día}$$

$$b4 = 421,62 \text{ kg/día}$$

► Lavado

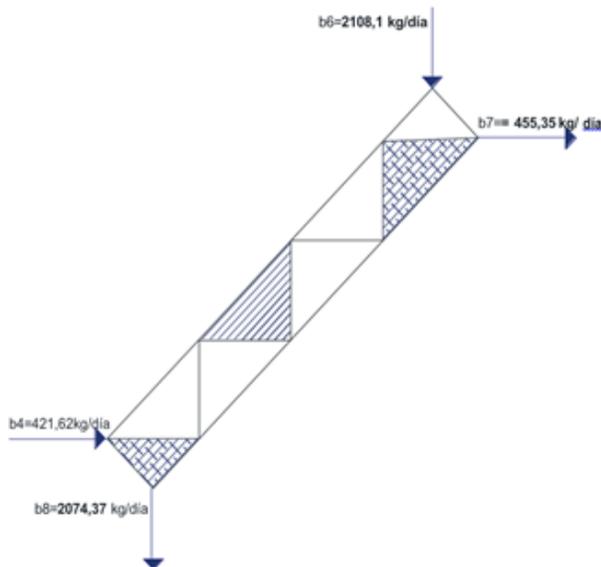


Figura 4. Diagrama de Lavado por Fricción
Fuente: Elaboración Propia

Donde:

b4= RPET molido sucios, con presencia de un 2% de suciedad.

b6= Solución detergente, para determinar la solución de detergente se aplicó una relación de 5 kg sol. Detergente/kg material ingresado en la línea de lavado. Con una concentración al 0,5%.

b7= RPET que sale de este proceso, en el estado lim-

pio, molido y con humedad de 10%.

b8= Solución que sale con lodos.

Cálculo:

-Solución Detergente

$$b4 + b6 = b7 + b8 \quad b6 = 5 * b4$$

$$b6 = 5 * 421,62 \text{ kg/día}$$

$$b6 = 2108,1 \text{ kg Solución Detergente/día}$$

Como se dijo anteriormente la solución es al 0,5% de detergente. Entonces se tiene:

$$\text{-Detergente} = 0,005 * 2108,1 = 10,54 \text{ kg detergente/día}$$

$$\text{-Agua} = 2108,1 - 10,54 = 2097,56 \text{ kg agua/ día}$$

-RPET limpio, molido y con humedad

$$b7 = b4 - 0,02 * b4 + 0,10 * b4$$

$$b7 = 421,62 - 0,02 * 421,62 + 0,10 * 421,62$$

$$b7 = 455,35 \text{ kg/ día-limpio, molido y húmedo}$$

-Solución detergente con lodos

$$b8 = b6 - 0,10 * b4 + 0,02 * b4$$

$$b8 = 2108,1 - 0,10 * 421,62 + 0,02 * 421,62$$

$$b8 = 2074,37 \text{ kg Solución detergente con lodos}$$

► Secado o Centrifugado

En este proceso se elimina la humedad, o pudiendo aceptarse con 1% máximo de humedad.

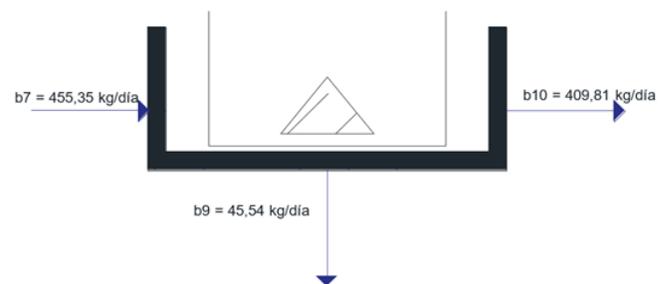


Figura 5. Diagrama de Centrifugado o Secado
Fuente: Elaboración Propia

Donde:

b7= RPET limpio, molido y con humedad de 10%.

b9= Agua retirada en kg/día

b10= RPET que sale de este proceso en estado limpio, molido y seco.

Cálculo:

-Agua Retirada

$$b7 = b9 + b10 \quad b9 = 0,10 * b7$$

$$b9 = 0,10 * 455,35 \text{ kg/día}$$

$$b9 = 45,54 \text{ kg de Agua Retirada/día}$$

-RPET limpio, molido y seco

$$b10 = b7 - b9$$

$$b10 = 455,35 - 45,54$$

$$b10 = 409,81 \text{ kg/día de RPET limpio, molido y seco}$$

► Almacenamiento previo

El RPET que sale en estado molido, limpio y seco en el anterior proceso es el mismo que es almacenado, y también es el mismo que sale de esta etapa del proceso.

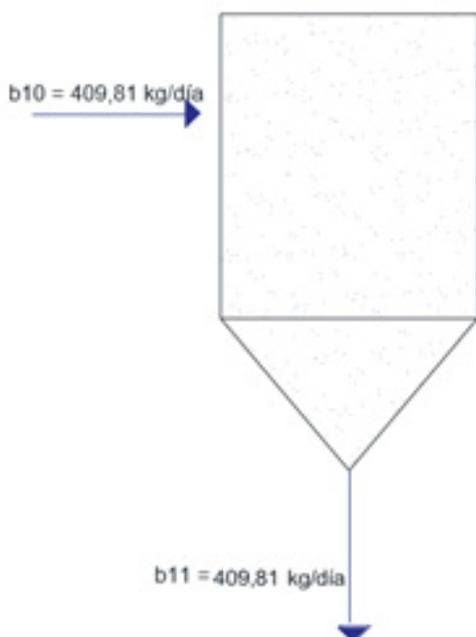


Figura 6. Diagrama de almacenamiento previo
Fuente: Elaboración propia

Donde:

b10= RPET limpio, molido y seco almacenado previamente

b11= RPET limpio, molido y seco que sale del almacenamiento

► Obtención del Pellet-Extrusión y pelletizado

En este proceso se funden los RPET, se pierde aproximadamente de 5% de residuo del producto final.

Donde:

b11= RPET limpio, molido y seco que ingresa a la Extrusora-Pelletizadora

b12= Residuos quemados en la extrusora. (5%)

b13= Producto Final, Pellets de RPET.

Cálculo:

- Residuos quemados

$$b11 = b12 + b13 \quad b12 = 0,05 * b11$$

$$b12 = 0,05 * 409,81 \text{ kg/día}$$

$$b12 = 20,49 \text{ kg de Residuos quemados}$$

-PELLETS

$$b13 = b11 - b12 \quad b13 = 409,81 - 20,49$$

$$b13 = 389,32 \text{ kg/día de PELLETS}$$

La cantidad que ingresa a una línea de reciclaje mecánico es de 439 kg por día de acuerdo a los valores del año 2018, de esa cantidad de materia desechada se obtendrá un producto reciclado, el "PELLETS", una cantidad de 389 kg por día.

439 kg	→	100%
389 kg	→	X
	==	88,61%
		89%

El 89% de los RPET generados en el área urbana de Yacuiba serán aprovechados con el proceso de reciclaje mecánico. Si la demanda de consumo de envases PET aumenta, la línea de reciclaje sí tendrá la capacidad de producción, ya que está proyectado al año 2038.

CONCLUSIÓN

En este trabajo de investigación se analizó el comportamiento de la población del área urbana de Yacuiba con respecto a los envases Plásticos PET. Se determinó el peso total de generación de RPET; el peso total de RPET reciclados, la diferencia de ellos.

El peso total de plásticos diarios de envases plásticos PET que consume diariamente la población de Yacuiba (sólo de los formatos de las distribuidoras: Coca Cola, Aparicio, Pil, Cascada, Paceña, Cong-Late, y Don Carmelo) es 439 Kg; consume 2.632 Kg Semanal, y 10.529 Kg Mensual. Lo mismo que llega a ser la cantidad de generación de RPET.

El 89% de la población del área urbana de Yacuiba consume gaseosas, jugos, aguas en envases de plástico PET. Y el 33% de la población genera en más cantidad los RPET, seguido de las bolsas Plásticas, pero aun así

se encuentra en la segunda posición, por lo que se interpreta que los envases plásticos PET son muy utilizados y en bastante cantidad en Yacuiba.

La producción per-cápita por habitante día es 0,0060 kg (PPD de todo los habitantes, consumidores y no consumidores de envases plásticos PET).

En el área urbana existen personas que sólo reutilizan, y venden los envases plásticos.

Del 100%, el 26% reutilizan los residuos sólidos; de los cuales el 44% reutilizan los RPET. Son reutilizados generalmente como envase de hielo.

En el municipio de Yacuiba, y así como en todo el Chaco, el clima es caluroso, se registran temperaturas muy altas, por esta razón la población consume bastante jugos, aguas, y gaseosas, energizantes y sus envases (RPET) y lo reutilizan para la venta de hielo, ya que éste es muy requerido.

En el área urbana de Yacuiba existen personas que se dedican a recolectar y vender los residuos sólidos a acopiadoras. El 17% de la población se dedica a esta actividad, para algunos es sólo un trabajo eventual para ganarse un dinero extra, pero para otros es su fuente de trabajo del cual viven. Ellos venden a las acopiadoras instaladas en el municipio de Yacuiba, y estas lo revenden a recicladoras del interior del país.

152 Kg es la cantidad de RPET que reciben las acopiadoras de los recolectores; la misma que es la cantidad de RPET que se reciclan. Por lo tanto se puede observar que solo 152 kg se recicla, el resto que es 287 Kg es el valor que no se recicla. Muchos de ellos están dispuestos en el relleno sanitario, otros en botaderos clandestinos, y otros esparcidos en las calles y los diferentes rincones de la ciudad de Yacuiba, provocando contaminación en el ambiente.

En Yacuiba, como en todo Bolivia no existe una cultura de educación ambiental, empezando con las autoridades, si bien según a los resultados de las encuestas el 77% de las personas tienen conocimiento que los plásticos generan contaminación ambiental, no hay estrategias, programas para realizar algo al respecto, como realizar el aprovechamiento de los plásticos. Ya que carecen de información del aprovechamiento el PET.

Por esa razón, se propuso el reciclaje mecánico a los RPET, lo cual si bien no va a eliminar la contaminación ambiental, pero si evitará que se dañe aún más, reduciendo los impactos negativos provocados por estos residuos.

Además, que permitirá el ahorro de materia prima y energía al requerir menos materia virgen, ya que el RPET puede ser transformado en un nuevo material. Con el reciclaje mecánico se producirá 389 kg de Pellets por día. Del 100% que se genera RPET en la ciudad de Yacuiba, y se podrá aprovechar el 89% de ellos.

Esta investigación y propuesta del reciclaje mecánico es viable y factible de realizar en la ciudad de Yacuiba, pues la materia prima está presente, y es el método más sencillo, económico, y el más utilizado actualmente. Su producto final puede ser utilizado para la fabricación de nuevos productos. Y lo más importante que se recicla el RPET.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. (30 de Octubre de 2010). Blogs el País Semanal. Obtenido de <https://blogs.elpais.com/eco-lab/2010/10/cuantas-veces-se-puede-reciclar.html>
- Cárdenas González, T., Castellanos Velazquez, E., González Guerrero, M., & Hernández Delgadillo, V. (2016).
- Acopio Logístico Inteligente de Envases Plástico (PET) para su trituración Esbelta y Marketing. México: UPI-IESA.
- Castro Vargas, D. M., & Vargas Forero, M. (2014). Estudio de Prefactibilidad Técnica y Financiera para una Empresa de Peletización de PET Reciclado con Inclusión Laboral para personas con discapacidad en Barrancabermeja. Bucaramanga.
- Chamorro, R. J. (2014). Gestión de Plásticos en el Medio Marino. Cantabria: Escuela Superior de Náutica.
- Eco inteligencia. (2013). La contaminación del Plástico no entiende de fronteras.
- Ecoplas. (2011). Manual de Valoración de los Residuos Plásticos. Buenos Aires, Argentina: 5a Edición Ampliada y Actualizada.
- El Financiero. (04 de Octubre de 2013). Consumo de agua, refrescos y cervezas aumenta en tiempo de calor. Obtenido de www.elfinanciero.com.mx/empresas/consumo-de-agua-refrescos-y-cervezas-aumenta-en-tiempo-de-calor
- Espín, G., & De La Cruz, J. I. (2007). Plásticos y Contaminación Ambiental. Academia de Ciencias de Morelos, A.C., 30.

González, C. M. (2011). Reciclado de Polietilen Tereftalato (PET), Diversas Opciones. En L. Gama Campillo, Revista de Divulgación (pág. 6). Villahermosa, Tabasco, México: KUXULKAB.

Guzmán, J. F. (2011). Manual de Plásticos para diseñadores. San Luis Potosí: Ranganath Shastri.

Hernandez Sampieri, H., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).

Metodología de la Investigación.
México: Mc Grau Hill Education.

Hilarion Santos, N. S., & Polanco Michel, T. (2009). Proyecto de Investigación Reciclado y Comercialización de los Plásticos en la ciudad de Yacuiba. Yacuiba: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Incarroca, B. F. (2014). LAMINAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO PET RECICLADO. Arequipa-Perú: Propiedad Intelectual de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Instituto Mexicano del Plástico Industrial, S.C. (1997). El Mundo de los Plásticos. México.

Kane, N. (13 de mayo de 2011). ¿Que significan los símbolos en los plásticos? Obtenido de Sustentator: <http://www.sustentator.com/blog-es/2011/05/que-significan-los-simbolos-en-los-plasticos/>

Laville, S., & Matthew, T. (30 de junio de 2017). El mundo compra un millón de botellas por minuto que acaban en vertederos o en el mar. eldiario.es.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). Guías Ambientales, Sector Plástico. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2010). Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en el Departamento de Tarija. La Paz, Bolivia: Primera Edición.

Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa-Guía Didáctica. Neiva: Universidad Surcolombiana.

Sánchez Gallo, E. G. (2015). Estudio de Factibilidad de una Empresa de Elaboración de Pellets a partir del

Plástico Reciclado.
Guayaquil, Ecuador.

Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2014). Métodos de Recolección de Datos para una Investigación. Guatemala.

UJAT. (2006). Semana de Divulgación y Video Científico. México.

Vélez Bone, V. E., & Mosquera González, B. A. (2012). Tesis de Investigación, Reciclaje de Plásticos. Guayaquil- Ecuador.



DICYT

Departamento de Investigación,
Ciencia y Tecnología - UAJMS.



Universidad Autónoma
Juan Misael Saracho

