



# **UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

## **ÁREA TÉCNICA**

**TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**Diseño de carrusel generador de energía eléctrica potenciado por energía humana para el Parque Recreacional Jipiro de la ciudad de Loja**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**AUTOR:** Ortiz Veintimilla, Jimmy Santiago.

**DIRECTOR:** Jaramillo Pacheco, Jorge Luis, Ing.

**LOJA –ECUADOR**

**2015**



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

Septiembre, 2015

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero.

Jaramillo Pacheco Jorge Luis.

### DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

Que el presente trabajo de titulación: “**Diseño de carrusel generador de energía eléctrica potenciado por energía humana**” realizado por el profesional en formación **Ortiz Veintimilla Jimmy Santiago** ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por lo cual se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre del 2015

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo **Ortiz Veintimilla Jimmy Santiago** declaro ser autor del presente trabajo de titulación: **Diseño de carrusel generador de energía eléctrica potenciado por energía humana**, de la Titulación **de Ingeniero Electrónica y Telecomunicaciones** siendo **Jaramillo Pacheco Jorge Luis, Ing.** el director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.”

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Autor: Ortiz Veintimilla Jimmy Santiago

Cédula: 1104622731

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo primeramente a mis padres por ser mi principal fuente de apoyo emocional y económico quienes me tuvieron confianza, supieron darme fuerza, consejos y palabras de aliento en momentos difíciles, a mis hermanos quienes estuvieron presentes junto a mi durante este proceso de formación profesional, a mis sobrinos por brindarme su cariño y valiosos momentos de alegría.*

*A mis tíos, compañeros y amigos el más sincero reconocimiento de afecto y respeto.*

*Jimmy Santiago*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios: Por darme salud y sabiduría durante el proceso de formación profesional y por la finalización de este trabajo, a mis padres hermanos y sobrinos: por su apoyo y palabras de aliento en momentos difíciles por los que he cruzado.*

*A mis docentes: por haber impartido sus conocimientos con mi persona y mis compañeros, pero de manera especial el agradecimiento al Ing. Jorge Luis Jaramillo Pacheco: Por su apoyo en la dirección y realización de este trabajo de fin de titulación, y brindarme la oportunidad de trabajar junto a él adquiriendo destrezas y aptitudes previos a la obtención del título profesional de ingeniero en Electrónica y telecomunicaciones.*

*A mis compañeros que con el transcurrir del tiempo llegaron a convertirse en grandes amigos con quienes compartí momentos de alegría y tristeza.*

*Jimmy Santiago*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1:.....</b>	<b>4</b>
<b>1.APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO DE LA CIUDAD DE LOJA: CARACTERIZACION DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA. ....</b>	<b>5</b>
1.1 Metodología propuesta para atender el pedido del GADM de Loja. ....	5
1.2 Caracterización del PJR.....	6
<b>1.2.1 HISTORIA. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2 ZONIFICACIÓN DEL PRJ.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.3 PROYECTO DE LAS CULTURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.3.1 LAS CULTURAS EUROPEAS,ASIATICAS Y AFRICANAS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.3.2 LAS CULTURAS AMERICANAS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.4 SOBRE EL COMPLEJO DEPORTIVO. ....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.5 OTRAS FACILIDADES DEL PJR. ....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 2:.....</b>	<b>10</b>

<b>2.POTENCIALIDAD DE APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EXISTENTES EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO.....</b>	<b>10</b>
2.1 Evaluación de potencialidad de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.....	11
<b>2.1.1 POTENCIALIDADES DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2 POTENCIALIDADES DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA HUMANA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.3 POTENCIALIDADES DE APROVECHAMIENTO BIOMASA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4 EL CASTILLO EUROLATINO UN CASO PARTICULAR.....</b>	<b>20</b>
 <b>CAPÍTULO 3: .....</b>	<b>22</b>
 <b>3.ESTADO DEL ARTE EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA HUMANA EN ESPACIOS PÚBLICOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 Evaluación de potencialidad de aprovechamiento de fuentes renovables de energía.....	23
<b>3.1.1 GENERALIDADES .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.2 ALGUNAS APLICACIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA HUMANA.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.2.1 ANTORCHA DÍNAMO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2.2 LÁMPARA CINÉTICA ALADDINPOWER .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.3 PROCESO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA HUMANA .....</b>	<b>25</b>
3.2 Aprovechamiento de energía humana en espacios públicos a nivel mundial.....	28
<b>3.2.1 INICIATIVAS DE APOYO SOCIAL MEDIANTE JUEGOS MECÁNICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1.1 INICIATIVA PLAY-PUMP .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1.2 INICIATIVA WATER POWER PEACE PROJECT.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2 JUEGOS MECÁNICOS UBICADOS EN ESPACIOS PÚBLICOS DE DIVERSIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA HUMANA EN ESPACIOS PÚBLICOS A NIVEL NACIONAL.....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA HUMANA EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO (PJR).....</b>	<b>37</b>
 <b>CAPÍTULO 4: .....</b>	<b>39</b>
 <b>4.DISEÑO DE UN CARRUSEL GENERADOR DE ELECTRICIDAD POTENCIADO POR ENERGÍA HUMANA.....</b>	<b>39</b>
4.1 Diseño.....	40
<b>4.1.1 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA HUMANA EN CARRUSELES.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.2 GENERALIDADES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DEL CARRUSEL.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CARRUSEL.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.3.1 EJE PRINCIPAL .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.3.2 PLATAFORMA DE SOPORTE .....</b>	<b>42</b>



4.1.3.3 PLATAFORMA DE GENERADORES.....	43
4.1.3.4 BASE .....	44
CONCLUSIONES .....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS .....	54

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Metodología de trabajo de la mesa conformada.....	5
Figura 1.2 Zonificación del PRJ .....	7
Figura 2.1 Metodología de trabajo de la identificación de las potencialidades de aprovechamiento de energía en el PRJ. ....	11
Figura 2.2 Mapa de zonificación de nivel de radiación solar en el PRJ. ....	12
Figura 2.3 Panorámica de la pista de bicicletas, clasificada como zona de alta radiación....	13
Figura 2.4 Panorámica de los senderos a lo largo del río Zamora, área clasificada como zona de media radiación. ....	13
Figura 2.5 Panorámica de los senderos al interior del parque, área clasificada como zona de baja radiación. ....	14
Figura 2.6 Vista panorámica de un bote solar utilizable en la laguna del PRJ.....	14
Figura 2.7. Vista panorámica del uso potencial de árboles solares en la zona del ajedrez a escala del PRJ.....	15
Figura 2.8 Vista panorámica del uso potencial de energía solar en la zona de las canchas deportivas y de competencia del PRJ. ....	15
Figura 2.9 Panorámica de la cancha de fútbol ubicada en el PRJ .....	16
Figura 2.10 Panorámica de la zona de ejercicios al aire libre.....	16
Figura 2.11.Propuesta de carrusel itinerante para generación de energía eléctrica .....	17
Figura 2.12 Propuesta de carrusel impulsado por energía humana, incorporando el concepto de “diversión en familia” .....	17
Figura 2.13 Propuesta de espacio acuático potenciado por energía humana, incorporando el concepto de “diversión en familia”.....	18
Figura 2.14 Contenedores metálicos en forma de botella ubicados en el PRJ. ....	18
Figura 2.15 Panorámica de una de las baterías sanitarias repartidas en el territorio del PRJ .....	19
Figura 2.16 Panorámica de la zanja de deposición de los desechos orgánicos en el PRJ... ..	19
Figura 2.17 Propuesta para aprovechamiento de los residuos orgánicos en el PRJ .....	20
Figura 2.18 Panorámica del Castillo Eurolatino del PRJ .....	20
Figura 2.19. Propuesta para aprovechamiento de energía renovable en el Castillo Eurolatino .....	21
Figura 3.1 Antorcha dinamo de Philips. ....	24
Figura 3.2 El Aladdinpower.....	25
Figura 3.3 Esquema general de la generación de energía eléctrica a partir de energía humana.....	26
Figura 3.4. Instalación mixta eólica fotovoltaica .....	27
Figura 3.5 Play Pump, una atracción infantil para bombear agua con energía humana y diversión .....	27
Figura 3.6 Panorámica de un gimnasio tipo TGO .....	29
Figura 3.7 Tipos de Juegos infantiles mecánicos habituales.....	30
Figura 3.8. . Esquema básico de instalación de un sistema play-pump para bombeo de agua. PlayPumps International .....	31
Figura 3.9 Sistema de bombeo de agua que utiliza la bomba play-pump.....	31
Figura 3.10 Equipo para generar energía eléctrica de Water Power Peace Project .....	32
Figura 3.11 Panorámica de un parque Kidetic .....	33

Figura 3.12 Panorámica de un juego Powerleap playground .....	33
Figura 3.13 Una de las atracciones del Gunma Cycle Sports Center .....	34
Figura 3.14 Panorámica de un ingenio del Théâtre de la Toupine .....	34
Figura 3.15 Panorámica del carrusel de energía, diseñado e instalado por Ecosistema Urbano, en Dordrecht, Holanda .....	35
Figura 3.16 Panorámica de uno de los juegos infantiles existentes en el Parque Yasnan, Cayambe .....	35
Figura 3.17 Panorámica de uno de los juegos infantiles y Gimnasio biosaludable , existentes en el Parque Samanes Guayaquil.....	36
Figura 3.18 Panorámica de la propuesta del carrusel generador de energía eléctrica para el RPJ.....	37
Figura 4.1 Diseño estructural de carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana.....	41
Figura 4.2 Geometría del eje principal del carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana.....	43
Figura 4.3 Geometría de detalle plataforma de soporte .....	43
Figura 4.4 Geometría básica de la plataforma de soporte.....	44
Figura 4.5 Vista panorámica del alternador DC-420 Basic High wind permanent magnet.....	45
Figura 4.6 Curva de corriente de alternador tipo DC-420 Basic High Wind permanent magnet .....	45
Figura 4.7 Detalle del montaje de iluminarias en el carrusel. Diseño de los autores .....	46
Figura 4.8 Esquema de conexiones eléctricas del bloque de storage y bornera de salida ...	48

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Formas de energía en las que se transforma la energía humana.....	28
Tabla 3.2 Presupuesto de inversión para el diseño e implementación del carrusel generador de energía eléctrica .....	38
Tabla 4.1 Características físicas de batería Kpl-52P.....	44

## RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se describe los resultados obtenidos al diseñar un carrusel generador de electricidad potenciado por personas para el aprovechamiento de energía humana disipada en el juego, el cual estará ubicado en Parque Recreacional Jipiro, de la ciudad de Loja.

**PALABRAS CLAVES:** energía, energía renovable, energía humana, aprovechamiento de energía humana en espacios públicos, actividades lúdicas integradoras.

## **ABSTRACT**

In this paper the results to design a carousel electricity generator powered by people for the use of human energy dissipated in the game, will be located in the Jipiro Recreational Park, the city of Loja described.

**KEYWORDS:** energy, renewable energy, human energy, human energy use in public spaces, integrating recreational activities.

## INTRODUCCIÓN

En el mes de septiembre del 2014, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Loja solicitó a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el apoyo técnico en una serie de iniciativas de desarrollo local.

En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

En este documento se describe los resultados obtenidos al diseñar un carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana, el mismo que estará ubicado en el PRJ.

Este trabajo consta de cuatro capítulos: En el capítulo se describe la metodología propuesta para identificar las fuentes renovables de energía, potencialmente aprovechables en el PRJ.

En el segundo capítulo se explica la caracterización del parque, y, se identifica de forma preliminar las fuentes aprovechables de energía.

En el tercer capítulo se describe el estado del arte sobre el aprovechamiento energía humana en espacios públicos.

Y, finalmente, en el cuarto capítulo se describe y dimensiona el diseño de un carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana.

## **CAPÍTULO 1**

### **APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO DE LA CIUDAD DE LOJA: CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE E IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES APROVECHABLES DE ENERGÍA.**



## 1.1 Metodología propuesta para atender el pedido del GADM de Loja.

Aceptado el pedido del GADM de Loja, en la UTPL se decidió conformar mesas de trabajo, integradas por delegados de la universidad y del GADM.

En relación al aprovechamiento de fuentes renovables de energía en el PRJ, se encargó a la Sección de Telecomunicaciones y Electrónica (STE) del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica (DCCE) la coordinación de la mesa de trabajo, invitándose también a investigadores del Departamento de Arquitectura y Artes (DAA). En el GADM de Loja, la representación se asignó a la Dirección de Electrónica y Telecomunicaciones. Conformada la mesa de trabajo, se diseñó y aprobó una aproximación metodológica para responder a los requerimientos planteados.



Figura 1.1 Metodología de trabajo de la mesa conformada.  
Diseño de autores.

La etapa de caracterización del parque e identificación de fuentes renovables de energía, se propuso para actualizar la información disponible sobre el PRJ, y, en base a la observación directa en el territorio, identificar las fuentes renovables de energía potencialmente aprovechables para potenciar procesos actuales o por implementar en el parque.

Con la intención de optimizar los recursos disponibles, se decidió plantear una etapa de revisión bibliográfica del estado del arte en el aprovechamiento de energía de fuentes

renovables en espacios públicos, que permita identificar las mejores prácticas en funcionamiento en espacios similares.

Culminadas las 2 primeras etapas, los resultados obtenidos serán socializados con los delegados del GADM, a fin de obtener una priorización desde la perspectiva municipal. Las propuestas priorizadas pasarán a una etapa de ingeniería de detalle, cuyo resultado será la elaboración de esquemas mecánicos, electrónicos, eléctricos, de obra civil, entre otros.

En función de la disponibilidad de recursos para financiar las obras requeridas, se aperturarán las etapas de implementación y gestión.

Para la ejecución de las etapas metodológicas propuestas, en UTPL se conformó un equipo de trabajo integrado por 10 estudiantes de la titulación de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (IET), que aceptaron apoyar en la iniciativa como parte de su trabajo de fin de titulación. La subdivisión de este equipo de trabajo, permitirá profundizar en el análisis de las diversas formas de energía renovable existentes en el parque.

## **1.2 Caracterización del PJR**

### **1.2.1 Historia.**

El PRJ se ubica en el barrio del mismo nombre, al norte de la ciudad de Loja (Ecuador), y, posee una extensión de 10 Ha, donadas a la ciudad de Loja por el filántropo Daniel Álvarez Burneo.

En la década de los años sesenta del siglo pasado, el entonces Alcalde la ciudad, Dr. Vicente Burneo, abrió la posibilidad de que la propiedad se destine a la construcción de un espacio de recreación y entretenimiento.

En la década de los ochenta, se realizó la primera intervención planificada para la dotación de la infraestructura física necesaria, bajo el motivo de la interculturalidad. En esta etapa, la laguna existente fue conectada mediante un canal con la quebrada de Jipiro.

Oficialmente, el PRJ nació en 1988 durante la alcaldía del Dr. José Bolívar Castillo. Se desarrolló el concepto de parque temático, edificando infraestructura recreacional, educacional y/o administrativa que reproduzca la arquitectura representativa de algunos países y regiones. En el territorio del PRJ, a través de un recorrido lúdico que conjuga arquitectura y esparcimiento, la ciudadanía se acerca al conocimiento de los núcleos culturales más destacados en el mundo..

### **1.2.2 Zonificación del PRJ.**

Existen 2 zonas claramente definidas, separadas por el río Zamora, y articuladas a través de un nodo comunicador en forma de un puente peatonal (ver Fig.1.2). En estas zonas coexisten los monumentos temáticos (proyecto de las culturas), y, los espacios recreativos y de competencia deportiva. El flujo de visitantes en las zonas se dirige a través de senderos, con la respectiva señalética y equipados con mobiliario urbano.

El acceso al PRJ se realiza desde las 3 vías que circunvalan el territorio (Av. Salvador Bustamante Celi, Av. Velasco Ibarra y Pasaje "H").

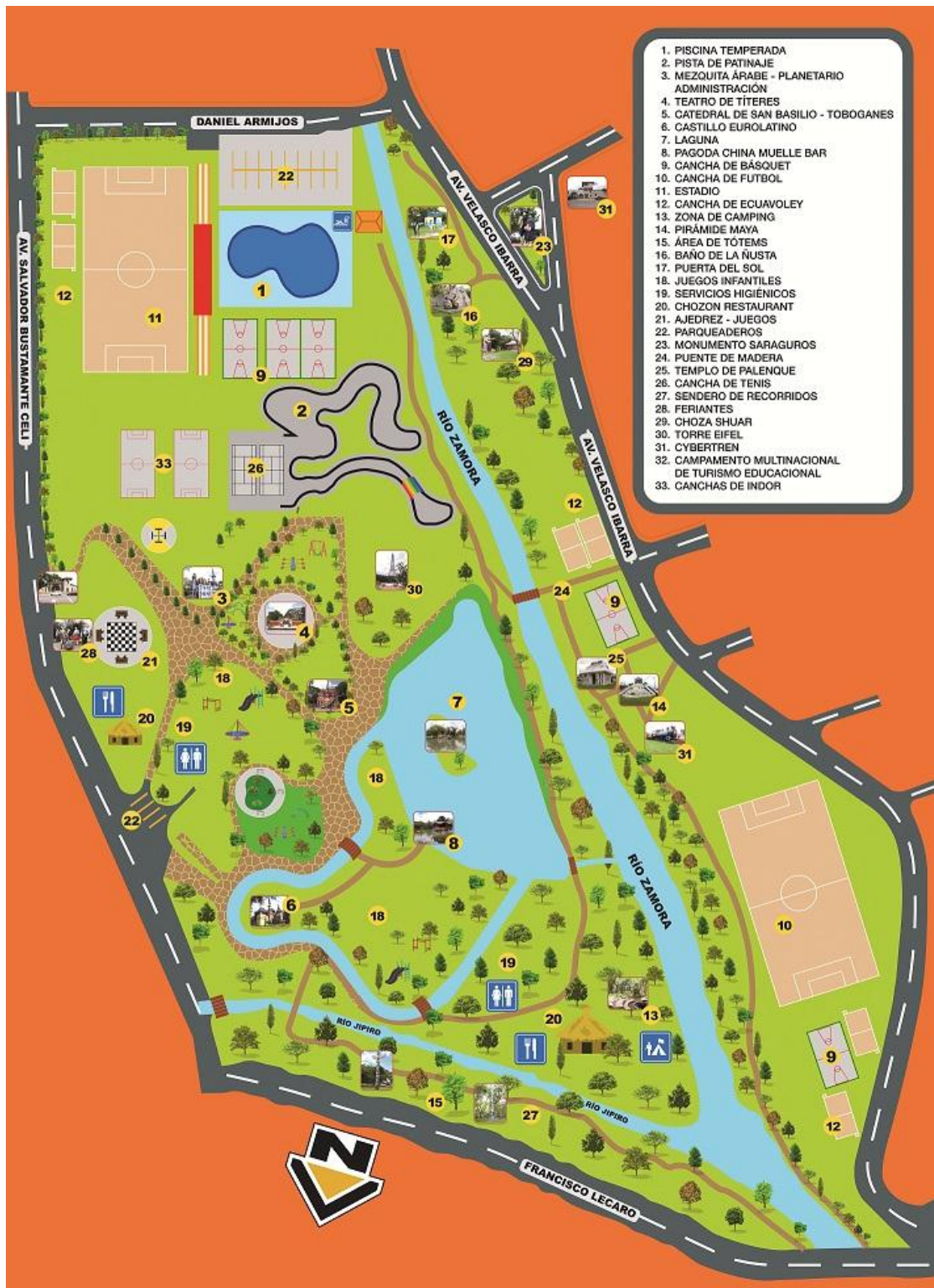


Figura 1.2 Zonificación del PRJ.  
 Diseño de autores.

### **1.2.3 Proyecto de las culturas.**

El proyecto de las culturas se desarrolla en dos sectores del PRJ, separados por el río Zamora. La parte oriental, con una mayor extensión de terreno, se refiere a las culturas de Europa, Asia y África, mientras que la occidental está dedicada a las culturas de América.

#### **1.2.3.1 Las culturas europeas, asiáticas y africanas.**

La Catedral de San Basilio, templo ortodoxo localizado en la Plaza Roja de la ciudad de Moscú, en la Federación de Rusia, es famosa por sus cúpulas en forma de cebolla. La reproducción existente en el PRJ, posee resbaladeras que descienden de las torres y las cúpulas, y, se destina para entretenimiento. Dentro del proyecto de las culturas se considera el monumento representativo del arte de los pueblos eslavos [1].

Junto a la laguna se sitúa la reproducción de una pagoda china, edificio de varios niveles, común en varios países asiáticos, construido con fines religiosos (especialmente en la fe budista). La réplica se conoce como muelle bar, y, en ella se ofrece comida típica y comida rápida. En el proyecto de las culturas se considera el monumento representativo del arte de los pueblos orientales [1].

En la reproducción de una mezquita árabe (dedicada al culto islámico), funcionan las oficinas administrativas del PRJ, y, un planetario y un telescopio. Se considera el monumento representativo de los pueblos de Asia media [1].

Hacia el centro del PRJ se ubica un escenario para representaciones artísticas y de teatro, que reproduce un templo indomaláico, propio de la cultura india, tailandesa, y, malaya.

A orillas del río Jipiro, se levante una réplica de un castillo eurolatino, como aquellos construidos en Europa, entre los siglos V y XV, en la época medieval. En esta edificación opera una videoteca, una biblioteca, y, una computecca.

Los chozones de estilo bantú, reflejan las características propias de los pueblos del Sahara africano, y, en el PRJ sirven para el expendio de comidas típicas de la región de Loja [1].

Una réplica de la torre Eiffel, símbolo de Paris (edificada para la Exposición Mundial de 1889) cobija un mesa de ping pong al aire libre.

#### **1.2.3.2 Las culturas americanas.**

La réplica del Templo de las Monjas de Yucatán, uno de los más bellos y mejor conservados de la cultura Maya, sirve como mirador de los sectores aledaños, y tiene un sistema de resbaladeras para el entretenimiento de los niños.

Además se destaca la presencia de réplicas del Inti-Punku (Tiahuanaco, Bolivia), de un kiosko maya, de la Pirámide de Kukulman, del monumento a la cultura saragura, una choza shuar, entre otros.

#### **1.2.4 Sobre el complejo deportivo.**

La infraestructura recreativa y de competencia deportiva existente en el PRJ, lo convierte en el complejo deportivo más importante de la ciudad.

En el territorio del PRJ existen 2 canchas de fútbol, 5 canchas de básquet, 8 canchas de ecuavolley, 3 canchas de tenis, 2 canchas de indorfútbol, 1 piscina temperada con cubierta telescópica móvil, 1 pista de bicicletas, y, 1 ciclo vía.

#### **1.2.5 Otras facilidades en el PRJ.**

En el territorio del PRJ existen diversos espacios dedicados a la recreación: juegos infantiles, juego de ajedrez, réplica de una locomotora a vapor, laguna y recorrido acuático, área de camping, y, mini zoológico.

Entre los servicios que ofrece el PRJ se cuentan 2 plazas de estacionamientos (una para el área recreativa y otra para la zona deportiva), baterías sanitarias, y, senderos.

## **CAPÍTULO 2**

### **POTENCIALIDAD DE APROVECHAMIENTO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EXISTENTES EN EL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO.**

## 2.1 Evaluación de la potencialidad de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.

La visita in situ al PRJ, y, la consideración del desarrollo prospectivo que la administración del GADM desea dar al parque, permitió identificar al menos 3 fuentes renovables de energía en su territorio: solar, humana, y, biomasa.

### 2.1.1 Potencialidades de aprovechamiento de energía solar.

Para evaluar las potencialidades de aprovechamiento de energía solar en el PRJ, se decidió aplicar la metodología de trabajo mostrada en la Fig.2.1.

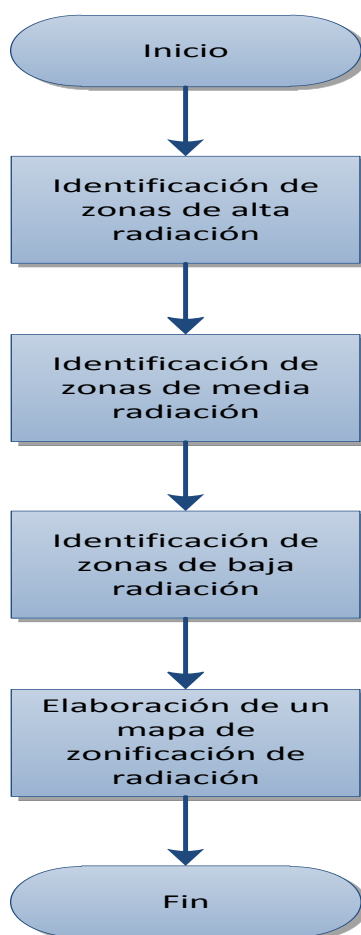


Figura 2.1. Metodología de trabajo para la identificación de las potencialidades del aprovechamiento de energía solar en el PR Jipiro.

Diseño de autores.

Debido a las limitaciones existentes en los plazos de ejecución del proyecto, se decidió realizar una zonificación preliminar de niveles de radiación (ver Fig.2.2). La observación in situ se realizó durante 3 días consecutivos del mes de septiembre de 2014, entre las 9h00 y las 18h00.



Figura 2.2. Mapa de zonificación del nivel de radiación solar en el PR Jipiro.  
Diseño de autores



Se consideró como zonas de alta radiación, a aquellas en las que el Sol llega directamente a la superficie, sin ningún obstáculo. Las zonas de radiación media se relacionan con aquellas con obstáculos moderados, y, las de baja radiación con las zonas cubiertas por bosques (ver Fig.2.3, 2.4, y 2.5).



Figura 2.3. Panorámica de la pista de bicicletas, clasificada como zona de alta radiación.  
Fotografía de los autores.



Figura 2.4. Panorámica de los senderos a lo largo del río Zamora, área clasificada como zona de media radiación.  
Fotografía de los autores.



Figura 2.5. Panorámica de los senderos al interior del parque, área clasificada como zona de baja radiación.  
Fotografía de los autores.

La zonificación muestra que alrededor del 50% de la superficie del PRJ recibe alta radiación solar, lo que vuelve muy atractiva a la idea de aprovechar la energía solar. Bajo la premisa de implementar estaciones de aprovechamiento de energía solar, que por una parte capturen energía solar para potenciar las actividades propias del parque, y, que por otra sirvan como estaciones demostrativas y de capacitación; y, a través de una lluvia de ideas, el grupo de trabajo pudo identificar al menos 3 potenciales aprovechamientos de energía solar: botes solares en el sector de la laguna (ver Fig.2.6), árboles solares en el sector del juego de ajedrez a escala (ver Fig.2.7), y, árboles solares y/o módulos fotovoltaicos en el sector de las canchas deportivas y de competencia (ver Fig.2.8).

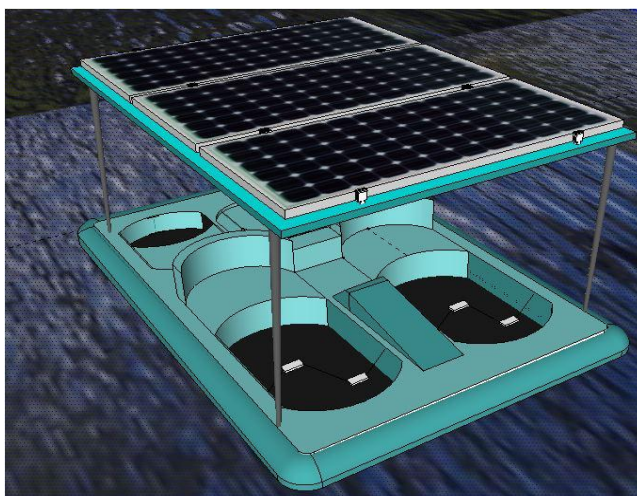


Figura 2.6. Vista panorámica de un bote solar utilizable en la laguna del PRJ.  
Diseño de los autores.

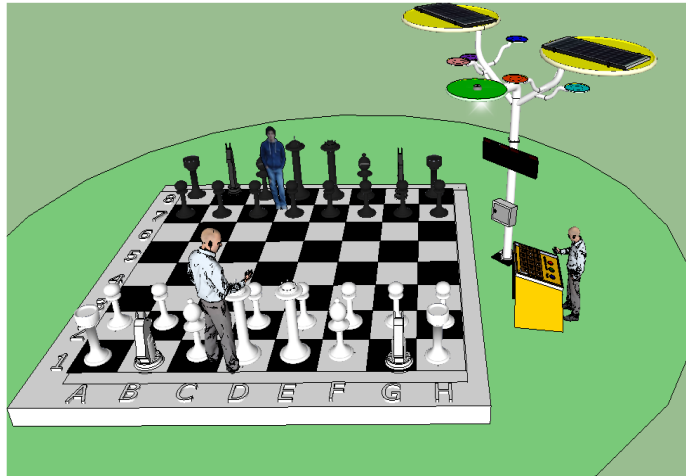


Figura 2.7. Vista panorámica del uso potencial de árboles solares en la zona del ajedrez a escala del PRJ.  
Diseño de los autores.



Figura 2.8. Vista panorámica del uso potencial de energía solar en la zona de las canchas deportivas y de competencia del PRJ.  
Diseño de los autores.

### 2.1.2 Potencialidades de aprovechamiento de energía humana.

La observación directa permitió identificar como uno de los principales rubros de la matriz de actividades realizadas habitualmente en el PRJ, a las actividades deportivas, de competencia, y, físicas, que predominan en algunos sectores del parque (ver Fig.2.9 y 2.10).





Figura 2.9. Panorámica de la cancha de fútbol ubicada en el PRJ.  
Fotografía se los autores.



Figura 2.10. Panorámica de la zona de ejercicios al aire libre.  
Fotografía se los autores.

Durante la lluvia de ideas, el grupo de trabajo propuso que estaciones itinerantes de captura de energía humana, bien podrían ser utilizadas para crear “atractores” o puntos de interés, que permitan desconcentrar, dinámicamente, algunas zonas del parque en beneficio de otras. También se puntualizó en que otro punto de interés para espacios públicos, totalmente pertinente con la naturaleza del PR Jipiro, es la implementación de espacios de inclusión y de aquellos que rescaten del concepto de “diversión en familia”. Como resultado se identificó al menos 3 potenciales aprovechamientos de energía humana: carrusel itinerante para generación de energía eléctrica (ver Fig. 2.11), carrusel potenciado por energía humana (ver Fig. 2.12), y, espacio acuático potenciado por energía humana (ver Fig. 2.13).

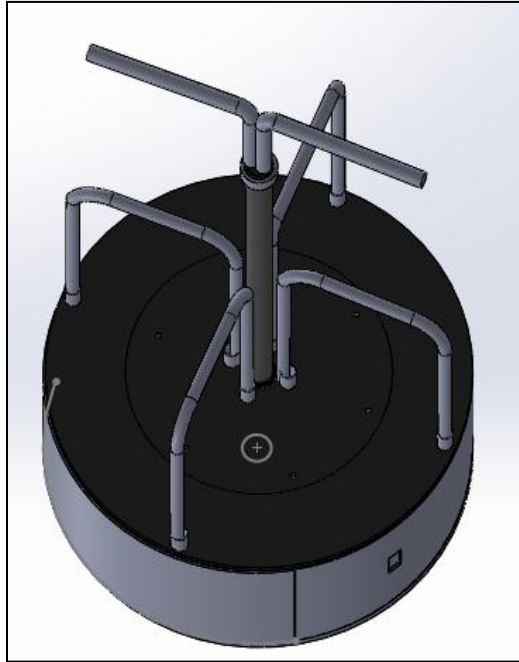


Figura 2.11. Propuesta de carrusel itinerante para generación de energía eléctrica.  
Diseño del grupo de trabajo.



Figura 2.12. Propuesta de carrusel impulsado por energía humana, incorporando el concepto de “diversión en familia”.  
Diseño del grupo de trabajo.

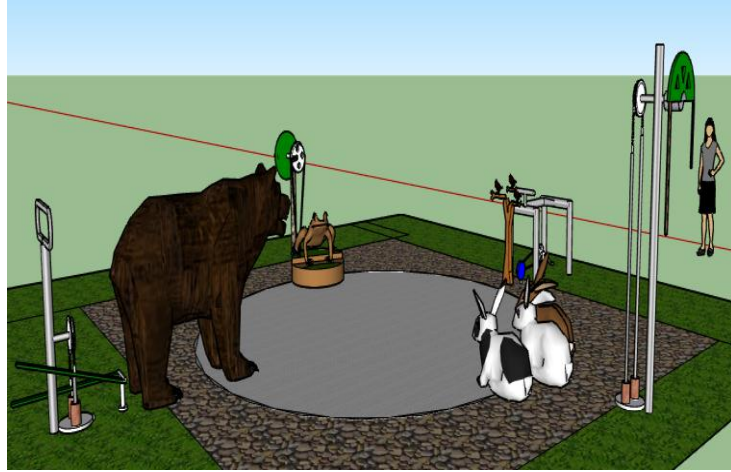


Figura 2.13. Propuesta de espacio acuático potenciado por energía humana, incorporando el concepto de “diversión en familia”.  
Diseño del grupo de trabajo.

### 2.1.3 Potencialidades de aprovechamiento de biomasa.

De acuerdo a la versión de los administradores del parque, los residuos sólidos (bio y no biodegradables) generados por las actividades lúdicas, se recogen diariamente, se clasifican, y, se disponen en los contenedores ubicados junto al río Zamora. Adicionalmente, por el territorio del parque se distribuyen contenedores metálicos que motivan el reciclaje de botellas (ver Fig.2.14).



Figura 2.14. Contenedores metálicos en forma de botella ubicados en el PRJ.  
Fotografía de los autores.



Por otra parte, el parque cuenta con 7 baterías sanitarias (ver Fig.2.15), cuyas aguas residuales se conducen a los colectores marginales, ubicados a orillas del río Zamora.



Figura 2.15. Panorámica de una de las baterías sanitarias repartidas en el territorio del PRJ.

Fotografía de los autores.

Especial mención merecen los residuos provenientes de los espacios dedicados a establos, y, del mantenimiento de la foresta que cubre el parque. En el PRJ se crían caballos, ponis, patos, gansos, cisnes, pavos reales, y flamencos. Los desechos orgánicos de estos animales, junto con hojas, ramas y desechos de césped, son recolectados por los trabajadores los días viernes, y dispuestos en una zanja de 94m x 3.9m, ubicada junto al río Jipiro (ver Fig. 2.16). Los residuos dispuestos en la zanja sirven para producir abono para uso exclusivo del parque.



Figura 2.16. Panorámica de la zanja de deposición de los desechos orgánicos en el PRJ.

Fotografía de los autores.

A pesar de que el volumen de residuos orgánicos no es alto, el equipo de trabajo identificó la posibilidad de adoptar un proceso de tratamiento basado en biodigestores, que permita obtener biogás, potencialmente utilizable para incinerar los residuos sanitarios, y, humus. Esta tecnología, a posteriori, podría escalarse para tratamiento de aguas residuales en la zona rural del cantón(ver Fig.2.17).

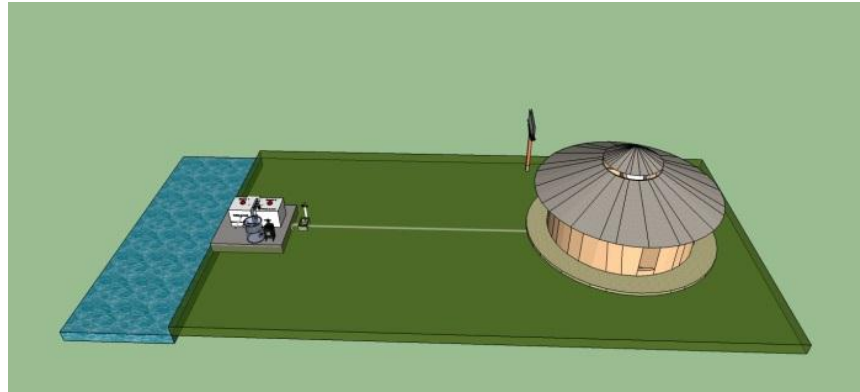


Figura 2.17. Propuesta para aprovechamiento de los residuos orgánicos en el PRJ.  
Diseño del grupo de trabajo.

#### 2.1.4 El castillo Eurolatino un caso particular.

Un lugar especial entre todas las estructuras existentes en el PR Jipiro, lo ocupa el denominado Castillo Eurolatino (ver Fig.2.18).



Figura 2.18. Panorámica del Castillo Eurolatino del PRJ.  
Fotografía de los autores.



En los años 90, esta estructura fue identificada con un centro de alfabetización informática, constituyéndose en uno de los primeros centros comunales polivalentes públicos. Desde esta perspectiva, se propuso recuperar el rol del castillo y convertirlo en un centro de alfabetización tecnológica y energética.

En la dimensión energética, el grupo de trabajo identificó el potencial de la edificación para aprovechar energía solar, eólica, y, humana, tanto para iluminación monumental como para alimentar dispositivos electrónicos de bajo consumo (ver Fig.2.19).



Fig. 2.19. Propuesta para aprovechamiento de energía renovable en el Castillo Eurolatino. Diseño del grupo de trabajo.

### **CAPÍTULO 3**

## **ESTADO DEL ARTE EN EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA HUMANA EN ESPACIOS PÚBLICOS**

### **3.1 Evaluación de la potencialidad de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.**

Establecida la metodología para el abordaje del problema, se describió el marco conceptual que rige la construcción y desarrollo del parque, y, se identificó las fuentes renovables de energía potencialmente aprovechables para potenciar los diferentes procesos propios del parque. En este capítulo se describe los resultados obtenidos en la etapa de evaluación del arte en el aprovechamiento de energía humana en espacios públicos, priorizando aquellos que favorezcan el concepto de esparcimiento “en familia”.

#### **3.1.1 Generalidades.**

Se define como energía a la capacidad de producir un trabajo [2]. Para conquistar esa capacidad, a lo largo de la historia, el ser humano ha explotado diversos recursos disponibles en la naturaleza, llevando a muchos de ellos a un estado de evidente agotamiento, sin sustitución posible, y, con un profundo efecto colateral como la destrucción de la capa de ozono del planeta. Es necesario entonces, migrar conceptual y operativamente al concepto de energía renovable [3]. El aprovechamiento de energía renovable deberá caracterizarse por su limpieza, eficiencia, accesibilidad, y, fiabilidad.

Entre las iniciativas de existentes para el aprovechamiento de energía renovable, se destaca la captura de la denominada *energía humana*, que aunque no es ideal todavía en términos de coste del ciclo de vida, tienen aplicaciones emergentes de mucho interés. Así por ejemplo, existe un gran potencial de aprovechamiento no explotado, en la inmensa mayoría de parques públicos. Un tiovivo, o una instalación de prestaciones similares, potenciada por energía humana, no solo podrían inspirar a la gente a reunirse en parques u otros espacios abiertos, sino que también favorecería el colaborar y trabajar en equipo.

En este contexto, se decidió orientar la revisión del estado del arte incluyendo aquellos espacios públicos en los que la infraestructura existente desafía a los juegos infantiles tradicionales, incorporando elementos de aprovechamiento de energía humana u de otras fuentes.

#### **3.1.2 Algunas aplicaciones para el aprovechamiento de la energía humana.**

A partir de la Segunda Guerra Mundial, se han desarrollado distintas iniciativas para el aprovechamiento de energía humana. Entre los más sobresalientes podemos mencionar: la antorcha dínamo, el reloj cinético, la radio BayGen, la lámpara cinética Aladdinpower, y el FreeCharge.

### 3.1.2.1 Antorcha dinamo.

La antorcha dínamo de Philips fue inventada durante la Segunda Guerra Mundial y ampliamente utilizada en lugares remotos, ante la ausencia de energía eléctrica y la prohibición de uso de luces brillantes. Este dispositivo fue lanzado al mercado como WWII vintage dynamo torch philips wehrmacht flashlight [4].

Este dispositivo trabajaba con un sistema de recarga basado en el dínamo, operado por medio de una manivela manual que giraba en el sentido de las manecillas del reloj. Para la iluminación, se disponía de 3 bombillos tipo LED de alta luminosidad. Un switch regulaba el modo de iluminación: un LED encendido, o, tres a la vez (Ver Fig. 3.1) [5].



Figura. 3.1 Antorcha dinamo de Philips.

### 3.1.2.2 Lámpara cinética Aladdinpower.

En 1998, la empresa Nissho lanzó el Aladdinpower, un dispositivo de potencia de mano que suministraba energía a dispositivos electrónicos, mediante la conversión de energía humana en eléctrica en un dínamo ubicado en el interior de la lámpara.

Una palanca externa, ubicada aproximadamente a 45 grados de la lámpara, al ser presionada contra el cuerpo de la lámpara, hacía girar el dínamo (Ver Fig. 3.2) [5]. El Aladdinpower proporcionaba energía para el funcionamiento de un teléfono o una linterna en una situación de emergencia. Un minuto de esfuerzo manual en el dispositivo, proporcionaba la energía requerida para soportar un minuto de llamada a través de un celular.

Nissho también desarrolló el stepcharger, que funcionaba bajo el mismo principio, pero accionado con el movimiento de los pies, generando cuatro veces más energía que el Aladdinpower [5].



Figura 3.2. El Aladdinpower

### 3.1.3 Proceso de generación de energía eléctrica a partir de energía humana.

En la Fig. 3.3 se muestra un esquema general del proceso de transformación de energía humana en energía eléctrica [6].

En una primera etapa, se selecciona la fuente – el formato - de energía humana (Ver Tabla 1). En la segunda etapa, se realiza la conversión de energía humana en energía eléctrica a través del convertidor óptimo. La tercera etapa – storage - que puede existir o no, se almacena la energía para ser utilizada cuando se lo requiera. Generalmente se prevé storage para aplicaciones en las que la energía se utilizará en forma asincrónica, en tiempo, respecto de la generación [6].

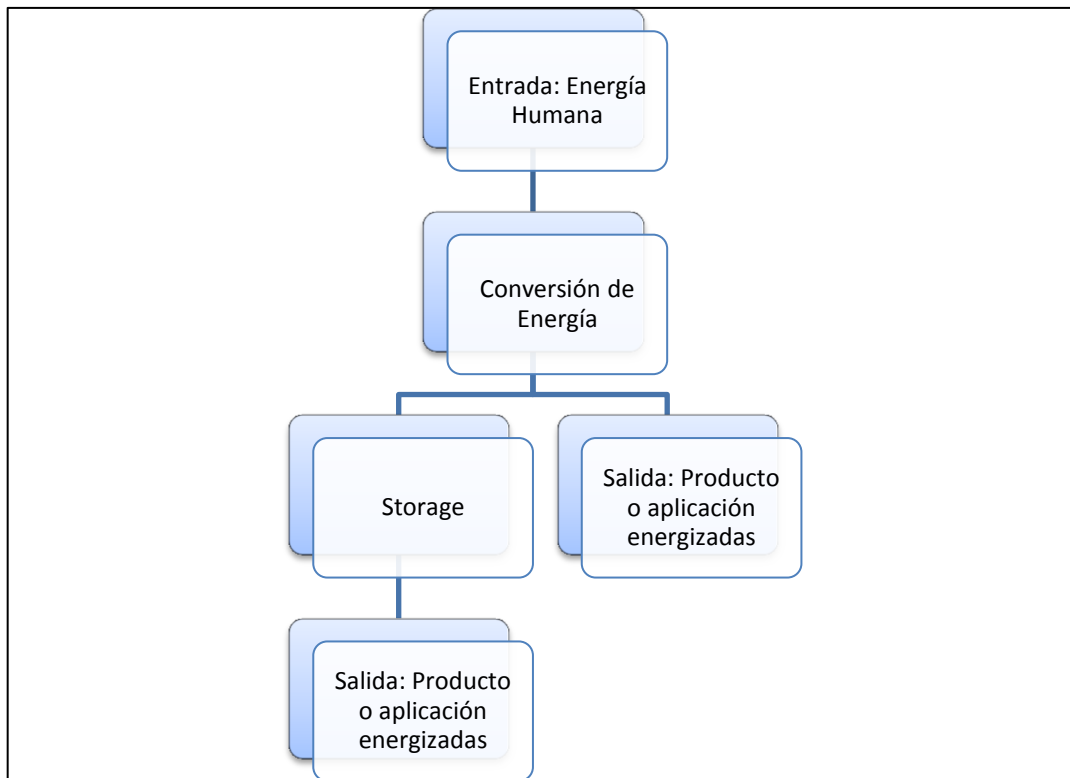


Figura 3.3. Esquema general de la generación de energía eléctrica a partir de energía humana  
Diseño de los autores.

La selección del convertidor de energía humana en energía eléctrica es la actividad clave en el proceso de transformación de energía, y, da lugar a varios esquemas de conversión, entre los principales tenemos: el pedaleo, el caminar, materiales piezoeléctricos, el movimiento del brazo, pulsar un botón, calor del cuerpo como fuentes de energía renovable, etc.

En espacios públicos o abiertos, debido a sus características y al mobiliario urbano existente, cada vez se utilizan más ingenios que aprovechan la energía renovable obtenida de fuentes tales como un péndulo simple [6] - [10], el Sol y el viento [11], [12] (ver Fig 3.4), o los propios seres humanos [13] (ver Fig.3.5).



Figura.3.4. Instalación mixta eólica fotovoltaica.  
Fuente: <http://www.solener.com/intro.html>]



Figura.3.5. Play Pump, una atracción infantil para bombear agua con energía humana y diversión.  
Fuente: <http://www.terra.org/categorias/articulos/aplicaciones-domesticas-con-energia-humana>

De acuerdo a [14] la energía generada en el movimiento del cuerpo humano puede transformarse en diversas formas (ver Tabla 3.1). Generalmente, la eficiencia de la conversión está relacionada con el tipo de actividad en la que se utilizó la energía, así por

ejemplo, el ciclismo es considerado una de las formas más eficientes de conversión de energía humana en energía mecánica [15].

**Tabla 3.1** Algunas de las formas de energía en las que se transforma la energía humana, [14].

Fuente de energía	Formas de energía			
	Mecánica	Eléctrica	Térmica	Química
Músculos	x			
Movimiento	x			
Potencial de la piel		x		
Transpiración				x
Calor en el cuerpo			x	

En función de sus particularidades de diseño y operación, las distintas iniciativas para el aprovechamiento de energía humana se clasifican en dos grandes grupos: juegos portátiles y juegos mecánicos.

### 3.2 Sobre el aprovechamiento de energía humana en espacios públicos a nivel mundial.

Los espacios públicos y abiertos juegan un papel importante en el desarrollo de las ciudades, puesto que apoyan a la sostenibilidad (mejorando la calidad del aire y del agua), y, facilitan la conexión de las personas con su entorno y su historia [16]. A esto se puede sumar, la posibilidad de capturar energía humana y aprovecharla en diversas formas.

En México, el Departamento de Ahorro de Energía de la Comisión Federal de Electricidad, impulsa un proyecto denominado “jugando y generando”. El proyecto financia el equipamiento de parques públicos, con columpios, subibajas y resbaladillas adaptadas para generar electricidad. La electricidad se utiliza para alimentar dispositivos electrónicos de bajo consumo [17].

En Reino Unido, la empresa The Great Outdoor Gym Company (TGO) impulsa una iniciativa de equipos de gimnasia instalados al aire libre. Cerca de 460 equipos han sido instalados en más de 50 ciudades. Cada equipo genera en promedio, entre 50 y 100 W, dependiendo del estado físico del usuario. Esta energía se emplea en la carga de teléfonos móviles y para la iluminación del gimnasio por las noches (ver Fig.3.6) [18], [19], [20].





Figura.3.6. Panorámica de un gimnasio tipo TGO, [20]

En España opera la iniciativa Play in Green. A través de la incorporación de mobiliario urbano adecuado, se pretende desarrollar un entorno lúdico, con aporte cultural y social. Los niños que juegan en el parque, transforman la energía cinética que ellos mismos producen, en energía eléctrica que abastecerá el parque por la noche [21].

### **3.2.1 Iniciativas de apoyo social mediante juegos mecánicos.**

Las instalaciones para juegos infantiles utilizadas con mayor frecuencia son las ubicadas en parques, centros comerciales, patios de escuelas, etc. Entre estas instalaciones, como las más habituales en nuestra cultura, podemos citar a los columpios, los sube - baja, los carruseles, entre otros (Ver Fig.2. 7) [22].

En el desarrollo de tecnologías que aprovechan la energía humana disipada en juegos mecánicos, un importante rol han jugado iniciativas internacionales como play-pump y Empower Playgrounds International, entre otras.



Figura. 3.7. Tipos de Juegos infantiles mecánicos habituales.

### 3.2.1.1 Iniciativa play-pump.

Considerando que la escasez y las enfermedades vinculadas con la contaminación del agua son una de las principales causas de muerte en el mundo, especialmente en África, la empresa sudafricana Roundabout Outdoor desarrolló soluciones integrales de agua potable, en las que se incluyó a la bomba play-pump.

Play-pump es el resultado de la fusión de un carrusel de niños y de una bomba de agua. La extracción de agua limpia de acuíferos subterráneos, utiliza la energía disipada por los niños mientras juegan en el carrusel. El agua extraída se almacena en un depósito, para su posterior distribución entre los miembros de la comunidad a la que está destinado el sistema [23], [24]. La Fig.3.8, muestra el esquema básico de instalación de un sistema play-pump, mientras que la Fig. 3.9, muestra un sistema real en operación.

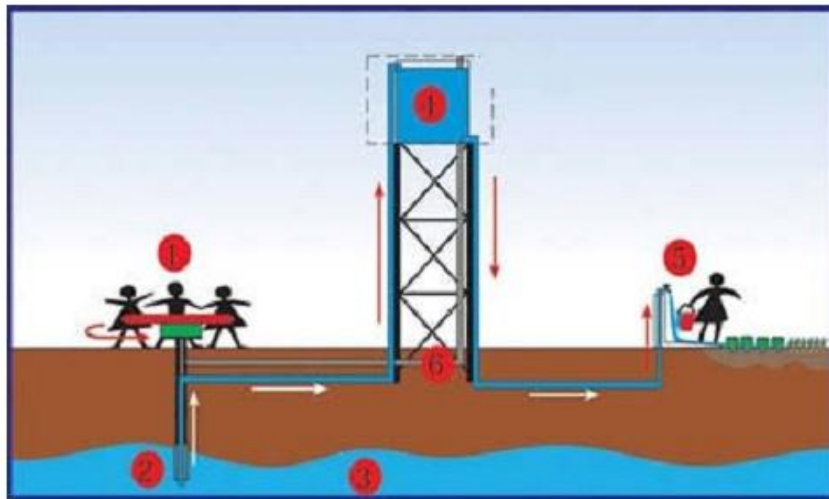


Figura 3.8. Esquema básico de instalación de un sistema play-pump para bombeo de agua. PlayPumps International.

El play-pump está diseñado de tal forma que 16 rpm del carrusel proporcionan la energía necesaria para bombear 1400 litros de agua por hora, desde una profundidad máxima de 100m, hacia un depósito, con una capacidad de 2500 litros. A diferencia de los sistemas convencionales en los que, las bombas se pueden operar por una sola persona a la vez, el play-pump se potencia hasta por 20 niños a la vez (Ver Fig.3.9) [24].



Figura. 3.9. Sistema de bombeo de agua que utiliza la bomba play-pump

### 3.2.1.2 Iniciativa Water Power Peace Project.

La empresa Sabre, también desarrolló una propuesta para promocionar agua a las comunidades rurales a la vez que proporcionaba esparcimiento a los niños de las comunidades (Ver Fig. 3.10). La iniciativa Sabre incluye también los componentes de educación en energía y en paz.



Figura.3.10. Equipo para generar energía eléctrica de Water Power Peace Project

El sistema Sabre se prueba en comunidades de Tanzania, en las que la mayoría de estudiantes necesita caminar aproximadamente kilómetro y medio para llegar a la fuente de agua más cercana. [25].

### 3.2.2 Juegos mecánicos ubicados en espacios públicos de diversión.

En Alemania se destacan iniciativas como Kidetic y Powerleap Playground. A través de Kidetic, en parques públicos se implementan diversos juegos infantiles como asientos giratorios, columpios, cuerdas para saltar, rotondas y subibajas, todos capaces de generar energía eléctrica en el orden de 31,5 Wh (ver Fig.3.11) [26]. Por su parte, Powerleap Playground utiliza juegos que incluyen un generador rotativo que transforma el movimiento de rotación en energía eléctrica (ver Fig.3.12) [27].



Figura.3.11. Panorámica de un parque Kidetic [26]



Figura.3.12. Panorámica de un juego Powerleap playground [27]

En Japón, el Gunma Cycle Sports Center se presenta como un parque temático de diversiones en el que cada una de las atracciones es de tracción humana, empezando por las bicicletas y terminando por los paseos elevados y las montañas rusas (ver Fig.3.13) [28].





Figura.3.13. Una de las atracciones del Gunma Cycle Sports Center.  
Fuente: <http://www.gummacsc.com/cschr/proglam/norimono.html>

En los EEUU, la operadora de actividades Xanterra se ha especializado en introducir actividades que fomenten una visita activa a los Parques Nacionales. Entre esas actividades se incluyen caminatas por senderos, uso de bicicletas, etc. [29].

En Francia, el Théâtre de la Toupine fomenta la diversión familiar, a través de ingenios mecánicos que integran subibajas, carruseles, y, mecanismo de transmisión de energía (ver Fig. 10) [30].



Figura.3.14. Panorámica de un ingenio del Théâtre de la Toupine [30]

En Holanda, en la ciudad de Dordrecht, la empresa Ecosistema Urbano diseñó e instaló un sistema de generación de energía eléctrica basado en el aprovechamiento de la energía cinética de un carrusel, potenciado por niños (ver Fig.3.15) [31].



Fig. 3.15. Panorámica del carrusel de energía, diseñado e instalado por Ecosistema Urbano, en Dordrecht, Holanda. [31].

### 3.3 Aprovechamiento de energía humana en espacios públicos a nivel nacional.

En el Ecuador existen algunos parques y espacios públicos con ideas innovadoras, pero ninguno de ellos está adecuado para la captura de energía humana. En Cayambe, el Parque Yasnan cuenta con mobiliario para favorecer la actividad física de diferentes segmentos de la población (ver Fig.3.16) [32]



Fig.3.16. Panorámica de uno de los juegos infantiles existentes en el Parque Yasnan, Cayambe [32]

En Quito, el Parque Bicentenario aprovecha las instalaciones del ex aeropuerto Mariscal Sucre, incorporando áreas verdes, equipamientos culturales, deportivos y recreacionales a gran escala [33].

En Guayaquil, el Parque Lineal de la Avenida Barcelona se extiende por más de cuatro kilómetros, e, incluye juegos acuáticos (toboganes, hongos y chorros de agua), juegos infantiles tradicionales, área de ejercicios (con aparatos de gimnasia), y, una ciclo vía [34].

En Guayaquil, el Parque Samanes cuenta con áreas de juegos infantiles, un gimnasio al aire libre y gratuito que cuenta con caminadoras y área de juegos biosaludables (ver Fig.3.17). [35]



Fig.3.17. Panorámica de uno de los juegos infantiles y Gimnasio biosaludable , existentes en el Parque Samanes Guayaquil [35].

También es importante referir las experiencias de la ciudad de Loja, con la implementación de espacios públicos incluyentes, y, la respuesta adecuada de la ciudadanía. Se citan el Parque Lineal de La Tebaida y el Parque Jipiro, la iniciativa de colocar estos parques biosaludables y juegos mecánicos es para que los Lojanos retornen a la práctica deportiva y actividades físicas de sana diversión, con lo que se busca evita el sedentarismo que afecta a la salud de las personas [36].



### 3.4 Propuesta para el aprovechamiento de energía humana en Parque Recreacional Jipiro (PJR).

Los espacios públicos y abiertos facilitan la conexión de las personas con su entorno. Con el debido mobiliario, en ellos se podría capturar energía humana y aprovecharla en diversas formas.

Establecido el estado del arte en el aprovechamiento de energía humana en parques y espacios públicos, y, considerando la complejidad de construcción y operación, el equipo de trabajo identificó, a través de una lluvia de ideas, al menos 3 potenciales propuestas para implementación en el PRJ: carrusel para generación de energía eléctrica, carrusel accionado por padres, y, zona húmeda accionada por padres.

La propuesta de la implementación de un carrusel generador de energía eléctrica pretende aprovechar los resultados obtenidos previamente en la UTPL, al diseñar una estructura desmontable que aproveche el movimiento de un carrusel potenciado por niños para producir energía eléctrica que alimentará la iluminación nocturna de la estructura (ver Fig.3.18, ver tabla 3.2).



Fig 3.18. Panorámica de la propuesta del carrusel generador de energía eléctrica para el RPJ. Diseño de los autores.

**Tabla 3.2** Presupuesto de inversión para el diseño e implementación del carrusel generador de energía eléctrica.

<b>Detalle</b>	<b>Inversión, USD</b>
Estructura mecánica del carrusel	1200
Bloque de conversión de energía mecánica a eléctrica	550
Bloque de almacenamiento	250
Otros	300
<b>Total</b>	<b>2300</b>

Diseño de autores

## **CAPÍTULO 4:**

### **DISEÑO DE UN CARRUSEL GENERADOR DE ELECTRICIDAD POTENCIADO POR ENERGÍA HUMANA**

## **4.1 Diseño.**

### **4.1.1 Aprovechamiento de energía humana en carruseles.**

El éxito de la energía renovable no solo pasa por el mejoramiento y optimización constante de las tecnologías para aprovecharla, sino que también incluye un fuerte componente de transformación de la cultura de gestión de la energía en la sociedad, empezando por su generación.

En los juegos mecánicos potenciados por energía humana, solo parte del esfuerzo realizado se destina a efectuar un trabajo, mientras que otro tanto se disipa. En este contexto, la captura de la energía humana disipada en juegos mecánicos para transformarla en otras formas de energía, se convierte en un tema emergente.

### **4.1.2 Generalidades a considerar en el diseño del carrusel.**

En el marco de este proyecto, el equipo de trabajo decidió que el carrusel a diseñar debería ser portable (desarmable) a fin de reubicarse fácilmente en el territorio del PRJ, y, que la generación de electricidad debería efectuarse a través de máquinas de baja velocidad de rotación.

### **4.1.3 Diseño estructural del carrusel.**

Para el diseño estructural del carrusel se decidió utilizar como modelo referencial, a las estructuras propuestas por Empower Playground [37]. El carrusel constará de cuatro partes: eje principal, plataforma de soporte, plataforma de generadores, y base (ver Anexo 1).

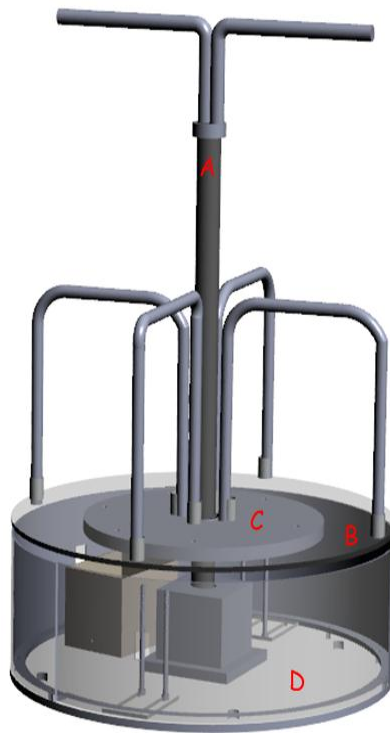


Figura. 4.1. Diseño estructural del carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana, A-eje principal, B-plataforma de soporte, C-plataforma de generadores, D- base.

Diseño de autores.

#### 4.1.3.1 Eje principal.

El giro del carrusel produce elongación y doblamiento en el sistema mecánico, lo que puede conllevar a problemas de oscilación. Esto obliga a la utilización de materiales dúctiles como acero sólido y niquelado.

El eje principal estará conformado por 3 secciones (ver Fig.4.1), y, tendrá una longitud total de 2m y un diámetro de 0,1m.

En la sección A del eje, se montará la estructura de soporte de la iluminación del juego. La sección B alberga el sistema de rodamientos, a través del cual se acoplan las plataformas de soporte y de generadores. La sección C facilita acoplar y asegurar el eje a la base principal de la estructura. Esta base, de forma cúbica (30cm x 30cm x 30cm), permite embonar el eje, y sujetarlo con pernos y tornillos.

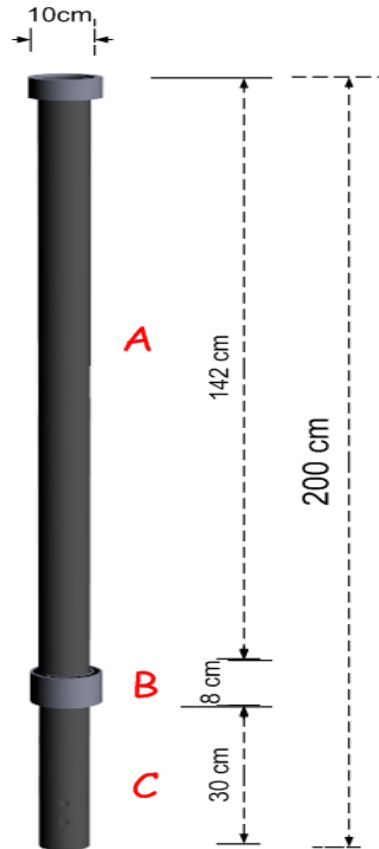


Figura.4.2. Geometría del eje principal del carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana.

Diseño de autores.

#### 4.1.3.2 Plataforma de soporte.

Esta plataforma se acoplará mediante un sistema de rodamientos al eje principal. Esta plataforma deberá ser lo suficientemente rígida para minimizar la deformación causada por el peso de los ocupantes; pudiendo ser construida con una estructura de acero, recubierta con tool corrugado.

La plataforma de soporte tendrá un diámetro de 1.20m, y un espesor entre 4cm y 5cm. Se plantea que la plataforma albergue un máximo de 10 ocupantes. La plataforma estará diseñada de acuerdo a las especificaciones propias de un carrusel, incluyendo la presencia de agarraderas de 0.6m de altura, construidas de tubo metálico de 0.04m de diámetro (ver Anexo 1).

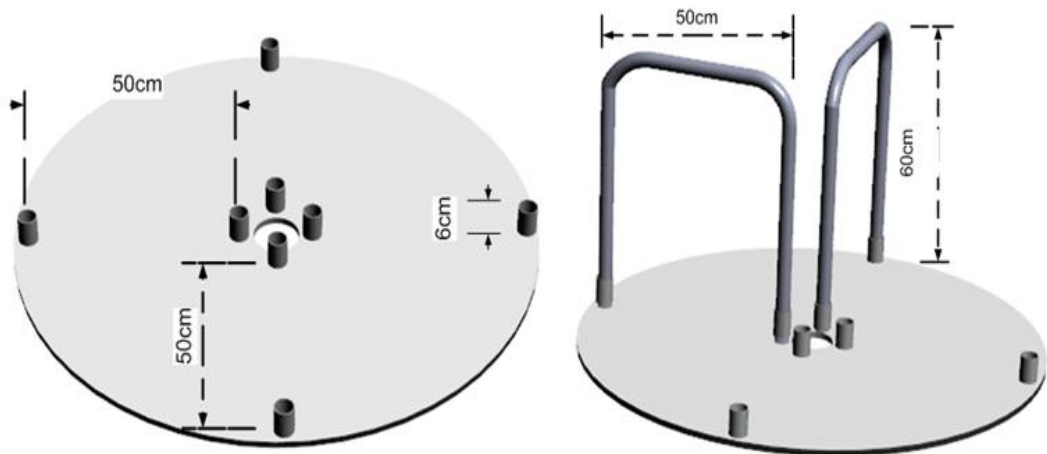


Figura. 4.3. Geometría de detalle de la plataforma de soporte.  
Diseño de autores.

#### 4.1.3.3 Plataforma de generadores.

Esta plataforma estará ubicada y asegurada bajo la plataforma de soporte. El estator de cada uno de los generadores (alternadores) se sujeta a la base a través de acopladores autoajustables, de forma tal que entre el rotor de la máquina y la plataforma de generadores exista la suficiente fricción (ver Fig.4.2).

El espesor mínimo de la plataforma de generadores se estimó en 0.06m, mientras que su diámetro se calculó a través de la ecuación (1). Considerando que los alternadores necesitan de una velocidad de rotación mínima de 250 rpm para funcionar, y que el diámetro del rotor es de 6 cm, se determinó un diámetro de la plataforma de 100 cm.

$$\omega_2 = \frac{d_1 \omega_1}{d_2} \quad (1)$$

En dónde,

$\omega_1$ , es la velocidad de giro de la plataforma de generadores, rpm

$\omega_2$ , es la velocidad de giro del eje del alternador, rpm

$d_1$ , es el diámetro de la plataforma de generadores, cm

d2, es el diámetro del estator del alternador, cm

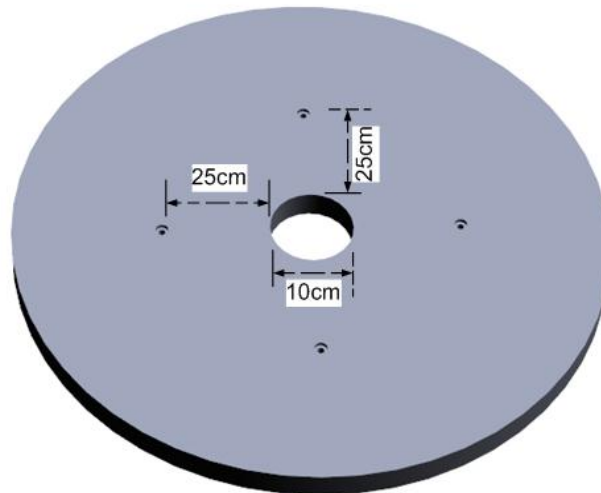


Figura. 4.4. Geometría básica de la plataforma de soporte.  
Diseño de los autores.

La plataforma de generadores se construirá de igual forma que la plataforma de soporte, y, se asegurará a ella mediante 4 pernos (ver anexo 2)

#### **4.1.3.4 Base.**

Sobre la base descansará todo carrusel, por lo que debe ser construida con materiales reforzados.

En la base también se emplazará la infraestructura y equipos para la instalación del banco de baterías y otros bloques operativos del carrusel, por lo que se requerirá de la instalación de medidas de protección como vallas metálicas laterales.

En el Anexo 2 se muestra que la base se conforma de 5 partes: una base principal, protecciones, acopladores autoajustables (en los que se ubicaran los alternadores), una caja para baterías, de almacenamiento; y, la base de acople del eje principal.

#### **4.1.4 Diseño del bloque de conversión de energía.**

##### **4.1.4.1 Alternador a utilizar.**

La transformación de energía mecánica en energía eléctrica se realizará utilizando 2 alternadores de baja velocidad de rotación. En este proyecto, se utilizarán alternadores tipo DC-520 de magnetos permanentes. Este tipo de alternador trabaja en velocidades de rotación cercanas a 240 rpm, y, niveles de voltaje de 12V [38] (ver Fig.4.3)





Figura 4.5. Vista panorámica del alternador DC-420 Basic High wind permanent magnet [38].

Los alternadores de automóvil estándar presentan la desventaja de que a velocidades de 240 rpm, pueden entregar voltaje de 12 V<sub>CD</sub>, pero en potencias bajas (ver Fig. 4.4). Como mayor ventaja se recalca que al ser industrialmente ensamblados, los problemas de exactitud y precisión son mínimos, y consecuentemente el mantenimiento es casi innecesario.

A una velocidad de rotación del rotor de 250 rpm, a 12 V, el alternador entrega aproximadamente 8A, por lo que la potencia entregada se acerca a 96 W

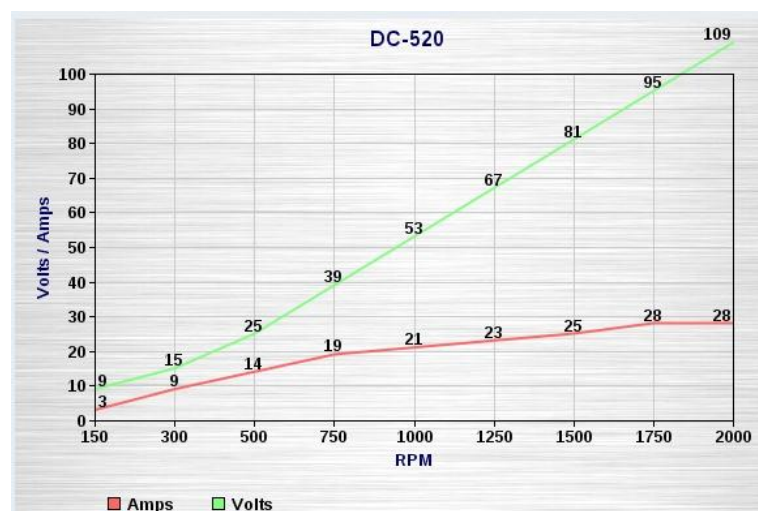


Figura. 4.6. Curva de corriente de alternador tipo DC-420 Basic High Wind permanent magnet [38].

#### 4.1.4.1 Bloque de almacenamiento de energía.

El almacenamiento de energía se hará en baterías tipo KPL-52, cuyas características técnicas se resumen en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1.** Características físicas de batería kpl-52P [39].

Modelo	Ah	Dimensiones (mm)			Peso aproximado	Electrolito
		Longitud	Ancho	Altura	(kg)	Litros
KPL-52P	52	58	139	400	5.4	1.7

La energía almacenada en las baterías se utilizará para potenciar la iluminación nocturna del carrusel. Para determinar el amperaje necesario se hace uso de la ecuación (2). [40].

$$P = V.I \quad (2)$$

En dónde,

P, es la potencia del sistema, W

V, es el voltaje, V

I, es la intensidad de corriente, A

El carrusel utilizará 2 iluminarias LED de 5 W cada una (ver Fig.9). Por lo que, para un voltaje de 12V, la corriente requerida es de 0.8A.

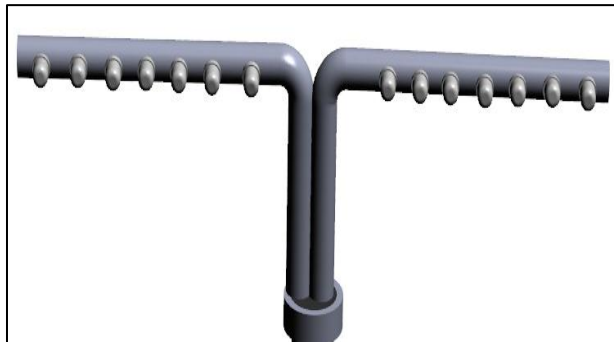


Figura. 4.7. Detalle del montaje de iluminarias en el carrusel.  
Diseño de los autores.

La capacidad de la batería requerida (Ah), se obtiene considerando el amperaje requerido y el tiempo de operación (ver expresión (3)) [41].

$$C_n = I \cdot t \quad (3)$$

En dónde,

$C_n$ , es la capacidad nominal de la batería, Ah

$I$ , es la intensidad de corriente eléctrica, A

$t$ , es el tiempo de operación previsto, h

En el marco de este proyecto, se considera que la iluminación operará aproximadamente 5 horas, entre las 18h00 y las 23h00 horas. Con esta consideración, la capacidad de la batería se calculó en 4 Ah. Sin embargo, con el ánimo de ahorrar energía, se prevé la instalación de un sensor de presencia, y, de una fotocelda en el circuito de activación de las iluminarias.

La capacidad real del bloque de storage de energía, se obtiene a partir de la ecuación (5), considerando el número de días en que el sistema de provisión de energía no se encuentre operativo, y, el coeficiente de descarga de la batería [42].

$$C = \frac{C_n \cdot f}{r} \quad (5)$$

En dónde,

$C_n$ , es la capacidad nominal de la batería, Ah

$f$ , días que el sistema de provisión de energía no estará en funcionamiento durante la semana

$r$ , es la profundidad de descarga de la batería

En este proyecto se consideró que el sistema de provisión de energía podría no estar activo un máximo de 2 días. Tal como la batería posee un coeficiente de descarga de 0.8, entonces la capacidad nominal de la batería se estimó en 10 Ah.

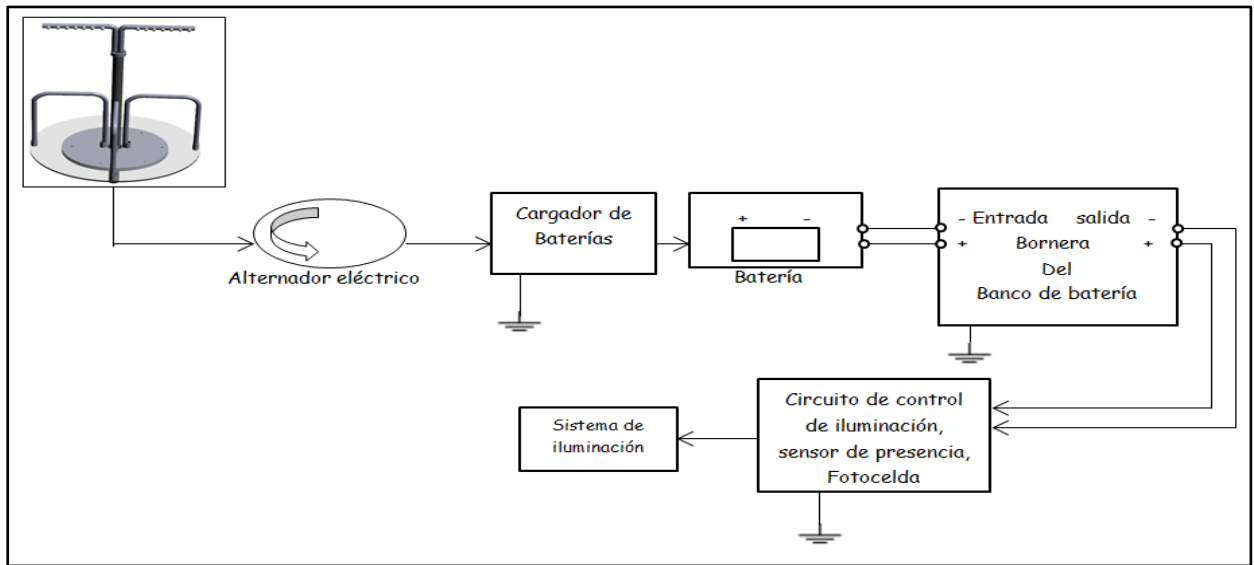


Figura.4.8. Esquema de conexiones eléctricas del bloque de storage y bornera de salida [7].

## CONCLUSIONES

- Con una extensión de 10 Ha, el PRJ se constituye en uno de los principales centros de recreación de la ciudad de Loja.
- La observación in situ del territorio del PRJ, permitió identificar al menos 3 fuentes renovables de energía: solar, humana, y, biomasa.
- Los resultados muestran la factibilidad técnica y económica de potenciar el sistema de iluminación monumental del CE, utilizando una arquitectura híbrida que conjugue energía solar, energía eólica, y, energía de la red eléctrica pública.
- La revisión del estado del arte muestra que es totalmente factible el aprovechamiento de energía humana en espacios públicos, con valores añadidos como el despertar de la conciencia ecológica, y, el fomento a la actividad física, entre otros.
- En las condiciones del PRJ es factible la implementación de al menos 3 potenciales propuestas para aprovechamiento de energía humana: carrusel para generación de energía eléctrica, carrusel accionado por padres, y, zona húmeda accionada por padres.
- Los resultados obtenidos muestran la factibilidad técnica de implementar un generador de electricidad potenciado por energía humana, utilizando la estructura de un carrusel.
- El presente carrusel deja abierta la investigación para ser tomado como ejemplo en proyectos futuros en los cuales se busque producir y maximizar la creación de energía eléctrica en distintos juegos mecánicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Parque Recreacional Jipiro [Online]. <Disponible en> <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox>. [Consulta noviembre 2014]
- [2] S. Sánchez, “Energías renovables, conceptos y aplicaciones” 1° edición, vol. 1, pp. 3, Junio 2013
- [3] S. Sánchez, “Energías renovables, conceptos y aplicaciones” 1° edición, vol. 1, pp. 14, Junio 2013
- [4] A.J. Jansen - I.A. Ruite , “Engineering a human powered mp3 player” , Delft University of Technology. Faculty of Industrial Design Engineering. Design Engineering. [en línea]. Disponible en [www.campus.io.tudelft.nl/live/binaries/6cfdc591-3c9c49b9.../kuipers.pdf](http://www.campus.io.tudelft.nl/live/binaries/6cfdc591-3c9c49b9.../kuipers.pdf) [Consulta: 03 de Noviembre de 2010].
- [5] No se menciona autor, “ Philips LightLife Linterna”. [En línea]. Disponible en <[download.p4c.philips.com/files/s/sfl5000\\_10/sfl5000\\_10\\_pss\\_asp.Pdf](http://download.p4c.philips.com/files/s/sfl5000_10/sfl5000_10_pss_asp.Pdf)>. [Consulta: 13 de Noviembre 2010]
- [6] A. J. Jansen and A. Stevels, "Human power, an environmental myth? proceedings of TMCE 04, 13-17 April 2004.. [En línea]. Disponible en <[www.tudelft.nl/.../human%20power,%20an%20environmental%20myth%20%5BJansen%5D.pdf](http://www.tudelft.nl/.../human%20power,%20an%20environmental%20myth%20%5BJansen%5D.pdf)> [Consulta: 16 de Noviembre 2010]
- [7] P. Vallejo, J. Zambrano, “Física vectorial”, 8va edición, vol.2, pp. , 2011.
- [8] F. Jauregui Carro, “Generador pendular”, Patente número: WO2002061277 A1, Agosto 2002, disponible en: <http://www.google.com/patents/WO2002061277A1?cl=es>.
- [9] P. Krisko, “Energy generator”, Patente N°: US4852350 A, Enero 1989, disponible en: <http://www.google.com/patents/US4852350>.
- [10] V. Milkovic, “World of pendulum power”, disponible en : <http://www.pendulum-lever.com/applications.html> , 2011.
- [11] Soluciones energéticas S. A., “Breve introducción a las energías renovables”, disponible en: <http://www.solener.com/intro.html>.
- [12] S. Sánchez, “Energías renovables, conceptos y aplicaciones” 1° edición, vol. 1, pp. 50, Junio 2013.

- [13] Terra ecología práctica, “Aplicaciones domésticas con energía humana”, redacción terra.org, disponible en: <http://www.terra.org/categorias/articulos/aplicaciones-domesticas-con-energia-humana>, abril 2010.
- [14] A.J. Jansen, A.L.N. Stevels, "Human Power, a sustainable option for electronics", disponible en: [http://www.io.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/IO/Over\\_de\\_Faculteit/Afdelingen/Design\\_Engineering/Sectie\\_Product\\_Engineering/Human\\_Power/Publications/abstracts/doc/ieee99dfs.pdf](http://www.io.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/IO/Over_de_Faculteit/Afdelingen/Design_Engineering/Sectie_Product_Engineering/Human_Power/Publications/abstracts/doc/ieee99dfs.pdf)
- [15] Claudia Estefania Loaiza Aldean, "Diseño de dispositivos para el aprovechamiento de energía humana: Diseño de un generador de flujo axial activado a manivela", disponible en: [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/739/3/Utpl\\_Loaliza\\_Aldean\\_Claudia\\_620x1898.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/739/3/Utpl_Loaliza_Aldean_Claudia_620x1898.pdf).
- [16] Leonard J. Hopper, "Landscape Architectural Graphic Standards", disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=SDd7XcbP2ewC&dq=human+powered+in+public+par+ks&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=SDd7XcbP2ewC&dq=human+powered+in+public+par+ks&hl=es&source=gbs_navlinks_s).
- [17] Milenio, “Niños serán generadores de energía eléctrica en el Estado”, disponible en: <http://sipse.com/milenio/ninos-generadores-energia-electrica-cfe-yucatan-81821.html>
- [18] Inhabitat, Finally, an Outdoor Gym that Generates Energy Instead of Wasting It, disponible en: <http://inhabitat.com/finally-an-outdoor-gym-that-generates-energy-instead-of-wasting-it/>
- [19] The Great Outdoor Gym Company , “Why choose TGO?”, disponible en: <http://www.tgogc.com/Why-Choose-TGO.Html>
- [20] “The Great Outdoor Gym Company”, disponible en: <http://www.tgogc.com>
- [21] Play in Green, “Workshop: Play in g Madrid”, disponible en: <http://playingmadrid.iednetwork.com/2010/05/23/play-in-green>
- [22] Shunmugham R. Pandian, “A Human Power Conversion System Based on Children’s Play”, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Tulane University, New Orleans,[en línea]. Disponible en <[www. ece.wpi.edu/~vaz/play.pdf](http://www.ece.wpi.edu/~vaz/play.pdf)>. [Consulta: 22 de Octubre 2010].
- [23] Water for people. [En línea]. Disponible en < <http://www.waterforpeople.org/>>. [Consulta: 23 de Noviembre 2010].

[24] Enviro Gadgets. [En línea]: <http://www.envirogadget.com/alternative-energy/playpump-children-powered-water-pump/> [Consulta: 29 de Diciembre 2010]

[25] The Sabre Companies Giving Back [En línea]: <http://www.thesabrecompanies.com/givingback.aspx>. [Consulta: 29 de Diciembre 2010].

[26] Energy Harvesting Journal, "Playground produces energy" disponible en: <http://www.energyharvestingjournal.com/articles/playground-produces-energy-00004393.asp>

[27] Energy Harvesting Journal, "Harvesting children's energy for electricity", disponible en: <http://www.energyharvestingjournal.com/articles/3112/harvesting-childrens-energy-for-electricity>.

[28] El Parque Bicentenario se ejecuta de acuerdo a una planificación, disponible en: <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/item/759-el-parque-bicentenario-se-ejecuta-de-acuerdo-a-una-planificaci%C3%B3n?tmpl=component&print=1>.

[29] "Human Power In The Parks: How To Experience National Parks Without A Car", disponible en: <http://www.xanterra.com/human-power-in-the-parks-how-to-experience-national-parks-without-a-car/>.

[30] THÉÂTRE DE LA TOUPINE, Bestiaire Alpin. [Online]. Disponible en: [http://www.theatre-toupine.org/even\\_15\\_un-manege-theatre-ecologique.html](http://www.theatre-toupine.org/even_15_un-manege-theatre-ecologique.html).

[31] Carrusel Productor de Energía Cinética, Alternativa para Producción de energía. [En línea], Disponible en <http://www.econotas.com/2013/09/carrusel-productor-de-energia-cinetica.html> [Consulta 20 de Mayo 2014].

[32] Visitando el parque "yasnán" en cayambe, disponible en: <http://quitobebes.com/visitando-el-parque-yasnán-en-cayambe/>.

[33] El Parque Bicentenario se ejecuta de acuerdo a una planificación, disponible en: <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/item/759-el-parque-bicentenario-se-ejecuta-de-acuerdo-a-una-planificaci%C3%B3n?tmpl=component&print=1>



[34] Dirección de Turismo de Guayaquil, "Parque Lineal de la Av. Barcelona", disponible en: <http://turismo.guayaquil.gob.ec/?q=es/malecones/malecones-urbanos/parque-lineal-av-barcelona#sthash.TZzpF41c.dpuf>

[35] Dirección de Turismo de Guayaquil, "Parque Lineal de la Av. Barcelona", disponible en: <http://turismo.guayaquil.gob.ec/?q=es/malecones/malecones-urbanos/parque-lineal-av-barcelona#sthash.TZzpF41c.dpuf>

[36] Diario El Mercurio, "Loja: Parques biosaludables llegarán a más sectores", disponible en: <http://www.elmercurio.com.ec/371941-loja-parques-biosaludables-llegaran-a-mas-sectores/#.VJML9dKG9Ao>

[37] EmpowerPlaygrounds. [en línea]. Disponible en <[http://www.empowerplaygrounds.org/main/index.php?option=com\\_content&view=article&id=68&Itemid=9](http://www.empowerplaygrounds.org/main/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=9)> [Consulta Marzo 2015].

[38] Wind Blue power, Driven Permanent Magnet Alternator. <En línea>. Disponible en [http://www.windbluepower.com/Wind\\_Blue\\_Motor\\_Hydro\\_Permanent\\_Magnet\\_Alternator\\_p/dc-500.htm](http://www.windbluepower.com/Wind_Blue_Motor_Hydro_Permanent_Magnet_Alternator_p/dc-500.htm). [Consulta Marzo 2015]

[39] KPL, KPM, KPH Nickel-cadmium batteries, Reliability and performance. <en línea>. Disponible en [http://www.amcosaft.com/sites/default/files/document\\_repo/AMCO%20Saft%20KP%20Range\\_final%20web\\_0.pdf](http://www.amcosaft.com/sites/default/files/document_repo/AMCO%20Saft%20KP%20Range_final%20web_0.pdf) [consulta Marzo 2015].

[40] Freddy Valdovinos, Almacenamiento de energía: Desarrollos Tecnológicos y Costos. <En línea> disponible en <[http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/almacena/Almacenamiento\\_Energia\\_archivos/Almacenamiento\\_Energia.pdf](http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/almacena/Almacenamiento_Energia_archivos/Almacenamiento_Energia.pdf)> [Consulta Marzo 2015].

[41] MDS Power Inc, SIZING AN INVERTER BATTERY BANK, [en línea]. Disponible en <[http://www.majorpower.com/inverters/battery\\_sizing\\_faq.pdf](http://www.majorpower.com/inverters/battery_sizing_faq.pdf)>, [Consulta Marzo 2015]

[42] Electricasas Co. Ltd, Cálculos para un Sistema Básico Fotovoltaico. [en línea]. Disponible en <<http://www.electricasas.com/electricidad/energia-solar/fotovoltaica-energia-solar-electricidad/calculos-para-un-sistema-basico-fotovoltaico-ejemplo/>> [Consulta Marzo 2015]

## **ANEXOS**

# Aprovechamiento Diseño de un carrusel generador de energía eléctrica potenciado por energía humana

<sup>#1</sup>Jimmy Ortiz Veintimilla, <sup>#2</sup>Jorge Luis Jaramillo

<sup>#1</sup> Profesional en formación IET, Universidad Técnica Particular de Loja

<sup>#2</sup> Docente investigador STE DCCE, Universidad Técnica Particular de Loja

Loja, Ecuador

<sup>1</sup>jsortiz@utpl.edu.ec, <sup>2</sup>jorgeluis@utpl.edu.ec

**Resumen** — En este trabajo se describe los primeros resultados de aplicar la metodología de trabajo propuesta para identificar diversas fuentes renovables de energía existentes en el territorio del Parque Recreacional Jipiro de la ciudad de Loja, se describe el estado del arte en el aprovechamiento de energía humana disipada en juegos mecánicos para generación de energía eléctrica tanto en el contexto nacional como extranjero, además se presenta la arquitectura para el diseño de un carrusel generador de energía eléctrica con los respectivos cálculos matemáticos que intervengan en el proceso del diseño del mismo.

**Palabras claves** — energía, energía renovable, aprovechamiento de energía renovable, aprovechamiento de energía renovable en espacios públicos, Parque Recreacional Jipiro.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mes de septiembre de 2014, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) de Loja solicitó a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), el apoyo técnico en una serie de iniciativas de desarrollo local. En el grupo de actividades priorizadas se incluyó la conformación de una mesa de trabajo alrededor del aprovechamiento de energía de fuentes renovables en el Parque Recreacional Jipiro (PRJ), ubicado al centro norte de la ciudad.

En este documento se presentan los primeros resultados obtenidos, en torno a la caracterización del parque y la identificación de fuentes renovables de energía existentes en el territorio, potencialmente aprovechables.

## II. Metodología propuesta para atender el pedido del GADM de Loja

Aceptado el pedido del GADM de Loja, en la UTPL se decidió conformar mesas de trabajo, integradas por delegados de la universidad y del GADM.

En relación al aprovechamiento de fuentes renovables de energía en el PRJ, se encargó a la Sección de Telecomunicaciones y Electrónica (STE) del Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica (DCCE) la coordinación de la mesa de trabajo, invitándose también a investigadores del Departamento de Arquitectura y Artes (DAA). En el GADM de Loja, la representación se asignó a la Dirección de Electrónica y Telecomunicaciones. Conformada la mesa de trabajo, se diseñó y aprobó una aproximación metodológica para responder a los requerimientos planteados (ver Fig.1).

La etapa de caracterización del parque e identificación de fuentes renovables de energía, se propuso para actualizar la información disponible sobre el PRJ, y, en base a la observación directa en el territorio, identificar las fuentes renovables de energía potencialmente aprovechables para potenciar procesos actuales o por implementar en el parque.

Con la intención de optimizar los recursos disponibles, se decidió plantear una etapa de revisión bibliográfica del estado del arte en el aprovechamiento de energía de fuentes renovables en espacios públicos, que permita identificar las mejores prácticas en funcionamiento en espacios similares.

Culminadas las 2 primeras etapas, los resultados obtenidos serán socializados con los delegados del GADM, a fin de obtener una priorización desde la

perspectiva municipal. Las propuestas priorizadas pasarán a una etapa de ingeniería de detalle, cuyo resultado será la elaboración de esquemas mecánicos, electrónicos, eléctricos, de obra civil, entre otros.



**Fig 1.** Metodología de trabajo de la mesa conformada. Diseño de autores.

En función de la disponibilidad de recursos para financiar las obras requeridas, se aperturarán las etapas de implementación y gestión.

### III. Caracterización del PRJ

#### A. Un poco de historia

El PRJ se ubica en el barrio del mismo nombre, al norte de la ciudad de Loja (Ecuador), y, posee una extensión de 10 Ha, donadas a la ciudad de Loja por el filántropo Daniel Álvarez Burneo.

En la década de los años sesenta del siglo pasado, el entonces Alcalde la ciudad, Dr. Vicente Burneo, abrió la posibilidad de que la propiedad se destine a la

construcción de un espacio de recreación y entretenimiento.

En la década de los ochenta, se realizó la primera intervención planificada para la dotación de la infraestructura física necesaria, bajo el motivo de la interculturalidad. En esta etapa, la laguna existente fue conectada mediante un canal con la quebrada de Jipiro.

Oficialmente, el PRJ nació en 1988 durante la alcaldía del Dr. José Bolívar Castillo. Se desarrolló el concepto de parque temático, edificando infraestructura recreacional, educacional y/o administrativa que reproduzca la arquitectura representativa de algunos países y regiones. En el territorio del PRJ, a través de un recorrido lúdico que conjuga arquitectura y esparcimiento, la ciudadanía se acerca al conocimiento de los núcleos culturales más destacados en el mundo.

#### B. Zonificación del PRJ

Existen 2 zonas claramente definidas, separadas por el río Zamora, y articuladas a través de un nodo comunicador en forma de un puente peatonal (ver Fig.2). En estas zonas coexisten los monumentos temáticos (proyecto de las culturas), y, los espacios recreativos y de competencia deportiva. El flujo de visitantes en las zonas se dirige a través de senderos, con la respectiva señalética y equipados con mobiliario urbano.

#### C. Sobre el proyecto de las culturas

El proyecto de las culturas se desarrolla en dos sectores del PRJ, separados por el río Zamora. La parte oriental, con una mayor extensión de terreno, se refiere a las culturas de Europa, Asia y África, mientras que la occidental está dedicada a las culturas de América.

#### Las culturas europeas, asiáticas y africanas

La Catedral de San Basilio, templo ortodoxo localizado en la Plaza Roja de la ciudad de Moscú, en la Federación de Rusia, es famosa por sus cúpulas en forma de cebolla. La reproducción existente en el PRJ, posee resbaladeras que descienden de las torres y las cúpulas, y, se destina para entretenimiento. Dentro del proyecto de las culturas se considera el monumento representativo del arte de los pueblos eslavos [1].

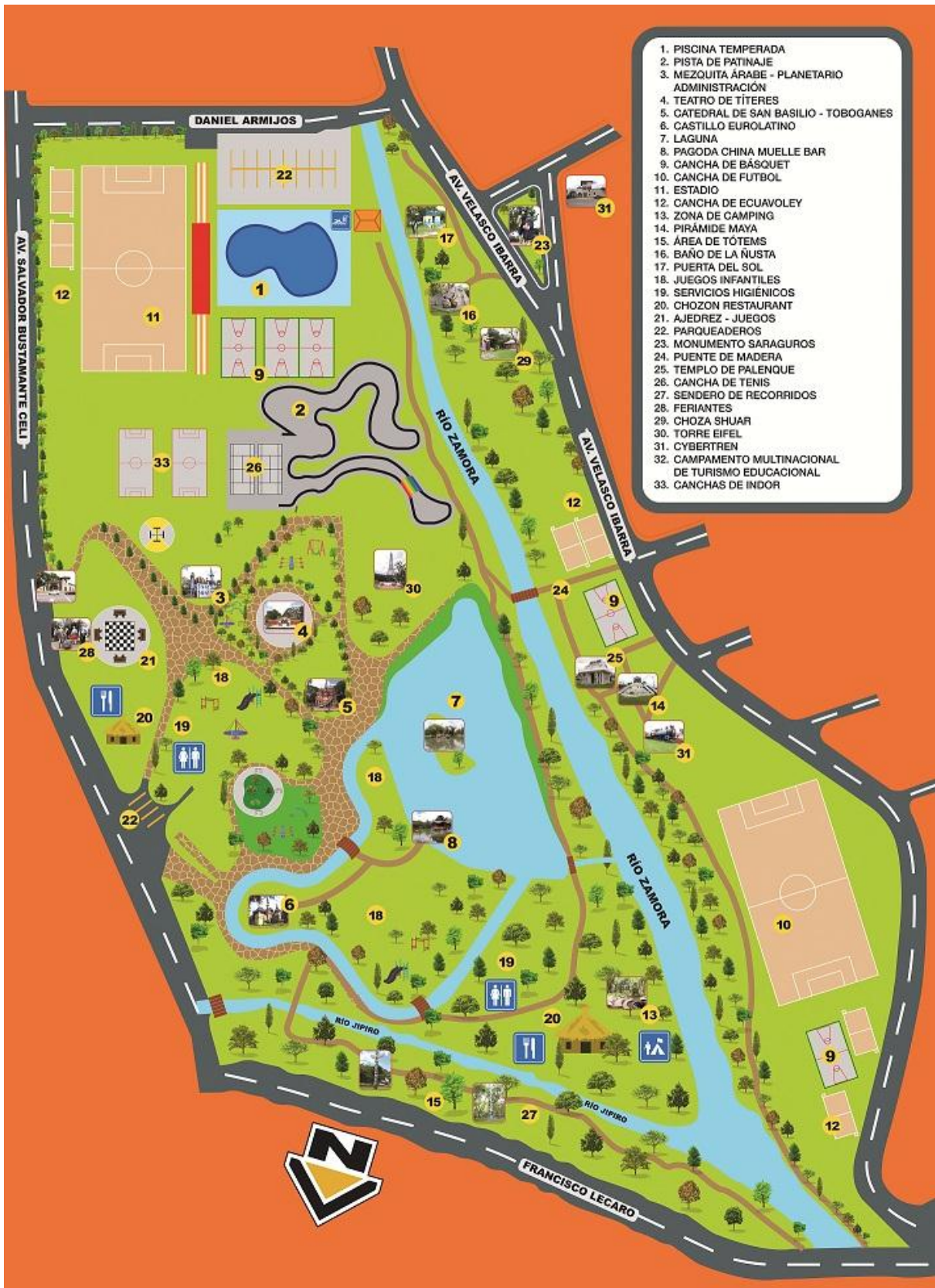


Fig 2. Zonificación del PRJ. Diseño de autores.

Junto a la laguna se sitúa la reproducción de una pagoda china, edificio de varios niveles, común en varios países asiáticos, construido con fines religiosos (especialmente en la fe budista). La réplica se conoce como muelle bar, y, en ella se ofrece comida típica y comida rápida. En el proyecto de las culturas se considera el monumento representativo del arte de los pueblos orientales [1].

En la reproducción de una mezquita árabe (dedicada al culto islámico), funcionan las oficinas administrativas del PRJ, y, un planetario y un telescopio. Se considera el monumento representativo de los pueblos de Asia media [1].

Hacia el centro del PRJ se ubica un escenario para representaciones artísticas y de teatro, que reproduce un templo indomaláico, propio de la cultura india, tailandesa, y, malaya [1].

A orillas del río Jipiro, se levante una réplica de un castillo eurolatino, como aquellos construidos en Europa, entre los siglos V y XV, en la época medieval. En esta edificación opera una videoteca, una biblioteca, y, una computecca [1].

Los chozones de estilo bantú, reflejan las características propias de los pueblos del Sahara africano, y, en el PRJ sirven para el expendio de comidas típicas de la región de Loja [1].

Una réplica de la torre Eiffel, símbolo de París (edificada para la Exposición Mundial de 1889) cobija un mesa de ping pong al aire libre.

#### Las culturas americanas

La réplica del Templo de las Monjas de Yucatán, uno de los más bellos y mejor conservados de la cultura Maya, sirve como mirador de los sectores aledaños, y tiene un sistema de resbaladeras para el entretenimiento de los niños.

Además se destaca la presencia de réplicas del Inti-Punku (Tiahuanaco, Bolivia), de un kiosko maya, de la Pirámide de Kukulman, del monumento a la cultura saragura, una choza shuar, entre otros

#### *D. Sobre el complejo deportivo*

La infraestructura recreativa y de competencia deportiva existente en el PRJ, lo convierte en el complejo deportivo más importante de la ciudad.

En el territorio del PRJ existen 2 canchas de fútbol, 5 canchas de básquet, 8 canchas de ecuavolley, 3 canchas de tenis, 2 canchas de indorfutbol, 1 piscina

temperada con cubierta telescópica móvil, 1 pista de bicicletas, y, 1 ciclovía.

#### *E. Otras facilidades el PRJ*

En el territorio del PRJ existen diversos espacios dedicados a la recreación: juegos infantiles, juego de ajedrez, réplica de una locomotora a vapor, laguna y recorrido acuático, área de camping, y, minizoológico.

Entre los servicios que ofrece el PRJ se cuentan 2 plazas de estacionamientos (una para el área recreativa y otro para la zona deportiva), baterías sanitarias, y, senderos.

### **IV. Identificación preliminar de las fuentes renovables de energía aprovechables en el territorio del PR Jipiro**

La observación in situ del territorio del PRJ, y, la consideración del desarrollo prospectivo que la administración del GADM desea construir en el parque, permitió identificar al menos 3 fuentes renovables de energía: solar, humana, y, biomasa.

#### *A. Potencialidades de aprovechamiento de energía solar*

Para evaluar las potencialidades de aprovechamiento de energía solar en el PRJ, se decidió aplicar la metodología de trabajo mostrada en la Fig.3.



**Fig 3.** Metodología de trabajo para la identificación de las potencialidades del aprovechamiento de energía solar en el PR Jipiro. Diseño de autores.





Fig 4. Mapa de zonificación del nivel de radiación solar en el PR Jipiro. Diseño de autores

Debido a las limitaciones existentes en los plazos de ejecución del proyecto, se decidió realizar una zonificación preliminar de niveles de radiación (ver Fig.4). La observación in situ se realizó durante 3 días consecutivos del mes de septiembre de 2014, entre las 9h00 y las 18h00.

Se consideró como zonas de alta radiación, a aquellas en las que el Sol llega directamente a la superficie, sin ningún obstáculo. Las zonas de radiación media se relacionan con aquellas con obstáculos moderados, y, las de baja radiación con las zonas cubiertas por bosques (ver Fig.5, 6, y 7).



**Fig 5.** Panorámica de la pista de bicicletas, clasificada como zona de alta radiación. Fotografía de los autores.

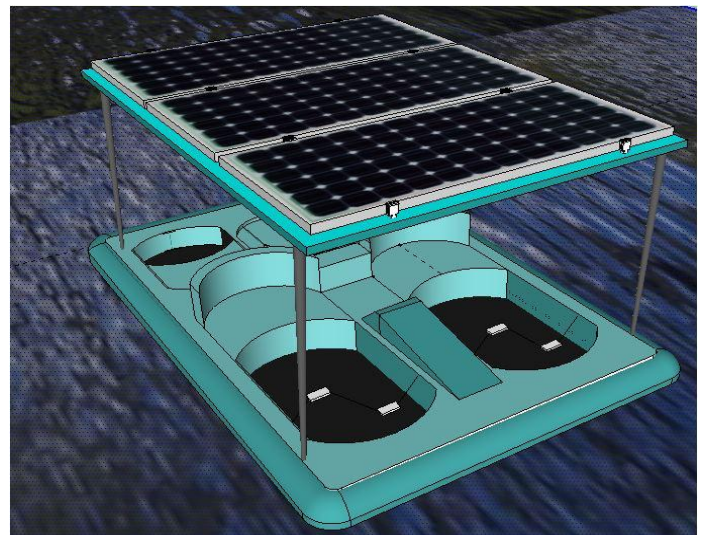


**Fig 6.** Panorámica de los senderos a lo largo del río Zamora, área clasificada como zona de media radiación. Fotografía de los autores.



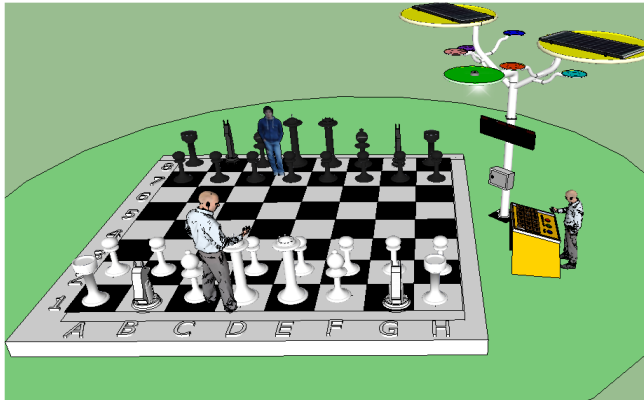
**Fig 7.** Panorámica de los senderos al interior del parque, área clasificada como zona de baja radiación. Fotografía de los autores.

La zonificación muestra que alrededor del 50% de la superficie del PRJ recibe alta radiación solar, lo que vuelve muy atractiva a la idea de aprovechar la energía solar. Bajo la premisa de implementar estaciones de aprovechamiento de energía solar, que por una parte capturen energía solar para potenciar las actividades propias del parque, y, que por otra sirvan como estaciones demostrativas y de capacitación; y, a través de una lluvia de ideas, el grupo de trabajo pudo identificar al menos 3 potenciales aprovechamientos de energía solar: botes solares en el sector de la laguna (ver Fig.8), árboles solares en el sector del juego de ajedrez a escala (ver Fig.9), y, árboles solares y/o módulos fotovoltaicos en el sector de las canchas deportivas y de competencia (ver Fig.10).



**Fig 8.** Vista panorámica de un bote solar utilizable en la laguna del PRJ. Diseño de los autores





**Fig 9.** Vista panorámica del uso potencial de árboles solares en la zona del ajedrez a escala del PRJ. Diseño de los autores



**Fig 10.** Vista panorámica del uso potencial de energía solar en la zona de las canchas deportivas y de competencia del PRJ. Diseño de los autores

### *B. Potencialidades de aprovechamiento de energía humana*

La observación directa permitió identificar como uno de los principales rubros de la matriz de actividades realizadas habitualmente en el PRJ, a las actividades deportivas, de competencia, y, físicas, que predominan en algunos sectores del parque (ver Fig.11).



**Fig 11.** Panorámica de la zona de ejercicios al aire libre. Fotografía de los autores.

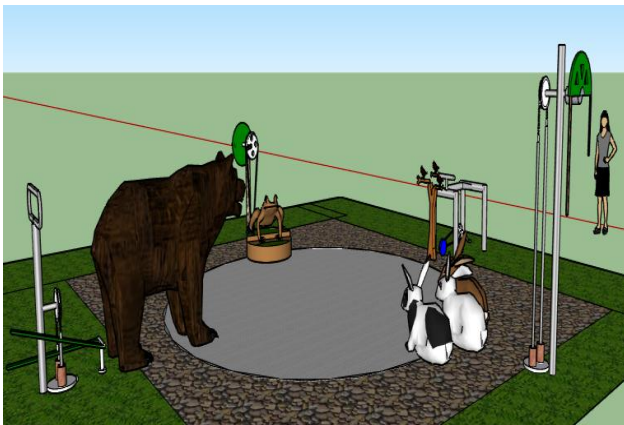
Durante la selección de ideas, el grupo de trabajo propuso que estaciones itinerantes de captura de energía humana, bien podrían ser utilizadas para crear “atractores” o puntos de interés, que permitan desconcentrar, dinámicamente, algunas zonas del parque en beneficio de otras. También se puntualizó en que otro punto de interés para espacios públicos, totalmente pertinente con la naturaleza del PR Jipiro, es la implementación de espacios de inclusión y de aquellos que rescaten del concepto de “diversión en familia”. Como resultado se identificó al menos 3 potenciales aprovechamientos de energía humana: carrusel itinerante para generación de energía eléctrica (ver Fig.12), carrusel potenciado por energía humana (ver Fig.13), y, espacio acuático potenciado por energía humana (ver Fig.14).



**Fig 12.** Propuesta de carrusel itinerante para generación de energía eléctrica. Diseño del grupo de trabajo.



**Fig 13.** Propuesta de carrusel impulsado por energía humana, incorporando el concepto de “diversión en familia”. Diseño del grupo de trabajo.



**Fig 14.** Propuesta de espacio acuático potenciado por energía humana, incorporando el concepto de “diversión en familia”. Diseño del grupo de trabajo.

### C. Potencialidades de aprovechamiento de biomasa

De acuerdo a la versión de los administradores del parque, los residuos sólidos (bio y no biodegradables) generados por las actividades lúdicas, se recogen diariamente, se clasifican, y, se disponen en los contenedores ubicados junto al río Zamora. Adicionalmente, por el territorio del parque se distribuyen contenedores metálicos que motivan el reciclaje de botellas (ver Fig.15).



**Fig 15.** Contenedores metálicos en forma de botella ubicados en el PRJ. Fotografía de los autores.

Por otra parte, el parque cuenta con 7 baterías sanitarias (ver Fig.16), cuyas aguas residuales se conducen a los colectores marginales, ubicados a orillas del río Zamora.



**Fig 16.** Panorámica de una de las baterías sanitarias repartidas en el territorio del PRJ. Fotografía de los autores.

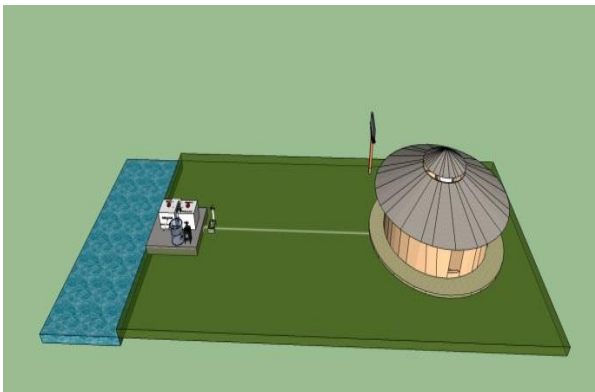
Especial mención merecen los residuos provenientes de los espacios dedicados a establos, y, del mantenimiento de la foresta que cubre el parque. En el PRJ se crían caballos, ponis, patos, gansos, cisnes, pavos reales, y flamencos. Los desechos orgánicos de estos animales, junto con hojas, ramas y desechos de césped, son recolectados por los trabajadores los días viernes, y dispuestos en una zanja de 94m x 3.9m, ubicada junto al río Jipiro (ver Fig.17). Los residuos dispuestos en la zanja sirven para producir abono para uso exclusivo del parque.





**Fig 17.** Panorámica de la zanja de deposición de los desechos orgánicos en el PRJ. Fotografía de los autores.

A pesar de que el volumen de residuos orgánicos no es alto, el equipo de trabajo identificó la posibilidad de adoptar un proceso de tratamiento basado en biodigestores, que permita obtener biogás, potencialmente utilizable para incinerar los residuos sanitarios, y, humus. Esta tecnología, a posterior, podría escalarse para tratamiento de aguas residuales en la zona rural del cantón (ver Fig.18).



**Fig 18.** Propuesta para aprovechamiento de los residuos orgánicos en el PRJ. Diseño del grupo de trabajo.

#### *D. El castillo Eurolatino, un caso particular*

Un lugar especial entre todas las estructuras existentes en el PR Jipiro, lo ocupa el denominado Castillo Eurolatino (ver Fig.19).



**Fig 19.** Panorámica del Castillo Eurolatino del PRJ. Fotografía de los autores.

En los años 90, esta estructura fue identificada con un centro de alfabetización informática, constituyéndose en uno de los primeros centros comunales polivalentes públicos. Desde esta perspectiva, se propuso recuperar el rol del castillo y convertirlo en un centro de alfabetización tecnológica y energética.

En la dimensión energética, el grupo de trabajo identificó el potencial de la edificación para aprovechar energía solar, eólica, y, humana, tanto para iluminación monumental como para alimentar dispositivos electrónicos de bajo consumo (ver Fig. 20).



**Fig 20.** Propuesta para aprovechamiento de energía renovable en el castillo Eurolatino, diseño del grupo de trabajo.

## V. revisión del estado del arte en el aprovechamiento de energía humana en espacios públicos

### A. Generalidades

Se define como energía a la capacidad de producir un trabajo [2]. Para conquistar esa capacidad, a lo largo de la historia, el ser humano ha explotado diversos recursos disponibles en la naturaleza, llevando a muchos de ellos a un estado de evidente agotamiento, sin sustitución posible, y, con un profundo efecto colateral como la destrucción de la capa de ozono del planeta. Es necesario entonces, migrar conceptual y operativamente al concepto de energía renovable [3]. El aprovechamiento de energía renovable deberá caracterizarse por su limpieza, eficiencia, accesibilidad, y, fiabilidad.

Entre las iniciativas de existentes para el aprovechamiento de energía renovable, se destaca la captura de la denominada *energía humana*, que aunque no es ideal todavía en términos de coste del ciclo de vida, tienen aplicaciones emergentes de mucho interés. Así por ejemplo, existe un gran potencial de aprovechamiento no explotado, en la inmensa mayoría de parques públicos. Un tiovivo, o una instalación de prestaciones similares, potenciada por energía humana, no solo podrían inspirar a la gente a reunirse en parques u otros espacios abiertos, sino que también favorecería el colaborar y trabajar en equipo.

En este contexto, se decidió orientar la revisión del estado del arte incluyendo aquellos espacios públicos en los que la infraestructura existente desafía a los juegos infantiles tradicionales, incorporando elementos de aprovechamiento de energía humana u de otras fuentes.

En espacios públicos o abiertos, debido a sus características y al mobiliario urbano existente, cada vez se utilizan más ingenios que aprovechan la energía renovable obtenida de fuentes tales como un péndulo simple [4] - [7], el Sol y el viento [8], [9] (ver Fig.21), o los propios seres humanos [10] (ver Fig.22).

Cuando un ser humano activa algún ingenio, la energía proviene principalmente de los músculos. Parte de la energía generada sirve para vencer inercia mecánica, mientras que otra parte se disipa en el entorno. La energía disipada puede ser capturada, y aprovechada, generalmente en forma de electricidad utilizando dispositivos de conversión de energía, bajo una arquitectura como la mostrada en la (Fig. 23) [11], [12], [13].

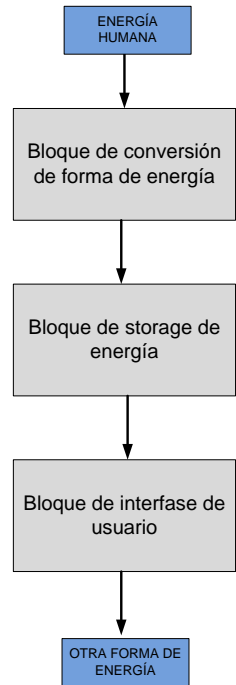


Fig. 21. Instalación mixta eólica fotovoltaica. [Tomado de: <http://www.solener.com/intro.html>]



Fig. 22. Play Pump, una atracción infantil para bombear agua con energía humana y diversión. [Tomado de: <http://www.terra.org/categorias/articulos/aplicaciones-domesticas-con-energia-humana>]

De acuerdo a [14] la energía generada en el movimiento del cuerpo humano puede transformarse en diversas formas (ver Tabla 1). Generalmente, la eficiencia de la conversión está relacionada con el tipo de actividad en la que se utilizó la energía, así por ejemplo, el ciclismo es considerado una de las formas más eficientes de conversión de energía humana en energía mecánica [12].



**Fig. 23.** Arquitectura general de las aplicaciones de aprovechamiento de energía humana. [Diseño de autores]

**Tabla 1.**

Algunas de las formas de energía en las que se transforma la energía humana, [14].

Fuente de energía	Formas de energía			
	Mecánica	Eléctrica	Térmica	Química
Músculos	x			
Movimiento	x			
Potencial de la piel		x		
Transpiración				x
Calor en el cuerpo			x	

En función de sus particularidades de diseño y operación, las distintas iniciativas para el aprovechamiento de energía humana se clasifican en dos grandes grupos: juegos portátiles y juegos mecánicos.

### B. Sobre el aprovechamiento de energía humana en espacios públicos a nivel mundial

Los espacios públicos y abiertos juegan un papel importante en el desarrollo de las ciudades, puesto que apoyan a la sostenibilidad (mejorando la calidad del aire y del agua), y, facilitan la conexión de las personas con su entorno y su historia [15]. A esto se puede sumar, la posibilidad de capturar energía humana y aprovecharla en diversas formas.

En México, el Departamento de Ahorro de Energía de la Comisión Federal de Electricidad, impulsa un proyecto denominado “jugando y generando”. El proyecto financia el equipamiento de

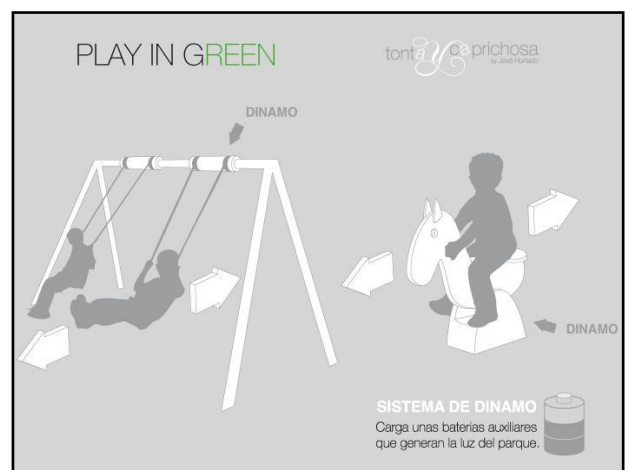
parques públicos, con columpios, subibajas y resbaladillas adaptadas para generar electricidad. La electricidad se utiliza para alimentar dispositivos electrónicos de bajo consumo [16].

En Reino Unido, la empresa The Great Outdoor Gym Company (TGO) impulsa una iniciativa de equipos de gimnasia instalados al aire libre. Cerca de 460 equipos han sido instalados en más de 50 ciudades. Cada equipo genera en promedio, entre 50 y 100 W, dependiendo del estado físico del usuario. Esta energía se emplea en la carga de teléfonos móviles y para la iluminación del gimnasio por las noches (ver Fig.24) [17], [18], [19].



**Fig.24.** Panorámica de un gimnasio tipo TGO, [19]

En España opera la iniciativa Play in Green. A través de la incorporación de mobiliario urbano adecuado, se pretende desarrollar un entorno lúdico, con aporte cultural y social. Los niños que juegan en el parque, transforman la energía cinética que ellos mismos producen, en energía eléctrica que abastecerá el parque por la noche (ver Fig.25) [20].



**Fig.25.** Principio de funcionamiento de los juegos tipo Play in Green, basado en la utilización de dinamos [20].



En Alemania se destacan iniciativas como Kidetic y Powerleap Playground. A través de Kidetic, en parques públicos se implementan diversos juegos infantiles como asientos giratorios, columpios, cuerdas para saltar, rotondas y subibajas, todos capaces de generar energía eléctrica en el orden de 31,5 Wh (ver Fig.26) [21]. Por su parte, Powerleap Playground utiliza juegos que incluyen un generador rotativo que transforma el movimiento de rotación en energía eléctrica (ver Fig.27) [27].



**Fig.26.** Panorámica de un parque Kidetic [21]



**Fig.27.** Panorámica de un juego Powerleap playground [22]

En Japón, el Gunma Cycle Sports Center se presenta como un parque temático de diversiones en el que cada una de las atracciones es de tracción humana, empezando por las bicicletas y terminando por los paseos elevados y las montañas rusas (ver Fig. 28) [23].



**Fig. 28.** Una de las atracciones del Gunma Cycle Sports Center [Tomado de: <http://www.gummacsc.com/cschnp/proglam/norimono.html>]

En Nueva Zelanda, en el Parque Agroventura de la ciudad de Rotorua opera un monorriel potenciado por energía humana, que en distancias de 200 m es capaz de alcanzar velocidades de hasta 50 km/h (ver Fig. 29) [24].



**Fig. 29.** El monorriel potenciado por energía humana del Parque Agroventura en Rotorua, Nueva Zelanda [Tomado de: <http://www.getyourguide.com/rotorua-11398/shweeb-human-powered-monorail-at-agroventures-rotorua-t36543/>]

En los EEUU, la operadora de actividades Xanterra se ha especializado en introducir actividades que fomenten una visita activa a los Parques Nacionales. Entre esas actividades se incluyen caminatas por senderos, uso de bicicletas, etc. [25].

En Francia, el Théâtre de la Toupine fomenta la diversión familiar, a través de ingenios mecánicos que integran subibajas, carruseles, y, mecanismo de transmisión de energía (ver Fig. 30) [26].

En Holanda, en la ciudad de Dordrecht, la empresa Ecosistema Urbano diseñó e instaló un sistema de generación de energía eléctrica basado en el aprovechamiento de la energía cinética de un carrusel, potenciado por niños (ver Fig.31) [27].



**Fig.30.** Panorámica de un ingenio del Théâtre de la Toupine [26]



**Fig. 31.** Panorámica del carrusel de energía, diseñado e instalado por Ecosistema Urbano, en Dordrecht, Holanda. [27].

### *C. Sobre el aprovechamiento de energía humana en espacios públicos a nivel nacional*

En el Ecuador existen algunos parques y espacios públicos con ideas innovadoras, pero ninguno de ellos esta adecuado para la captura de energía humana.

En Cayambe, el Parque Yasnan cuenta con mobiliario para favorecer la actividad física de diferentes segmentos de la población (ver Fig.12) [27]



**Fig.32.** Panorámica de uno de los juegos infantiles existentes en el Parque Yasnan, Cayambe [28]

En Quito, el Parque Bicentenario aprovecha las instalaciones del ex aeropuerto Mariscal Sucre, incorporando áreas verdes, equipamientos culturales, deportivos y recreacionales a gran escala [29]

En Guayaquil, el Parque Lineal de la Avenida Barcelona se extiende por más de cuatro kilómetros, e, incluye juegos acuáticos (toboganes, hongos y chorros de agua), juegos infantiles tradicionales, área de ejercicios (con aparatos de gimnasia), y, una ciclo vía [30].

En Guayaquil, el Parque Samanes cuenta con áreas de juegos infantiles, un gimnasio al aire libre y gratuito que cuenta con caminadoras y área de juegos biosaludables (ver Fig.33 y 34). [31]



**Fig.33.** Panorámica de uno de los juegos infantiles existentes en el Parque Samanes, Guayaquil [30]





**Fig.34.** Panorámica del gimnasio biosaludable existente en el Parque Samanes, Guayaquil [30]

También es importante referir las experiencias de la ciudad de Loja, con la implementación de espacios públicos incluyentes, y, la respuesta adecuada de la ciudadanía. Se citan el Parque Lineal de La Tebaida y el Parque Jipiro [31].

## VI. Propuesta para el aprovechamiento de energía humana en el pjr

Establecido el estado del arte en el aprovechamiento de energía humana en parques y espacios públicos, y, considerando la complejidad de construcción y operación, se llegó a la conclusión que una forma de aumentar el atractivo del parque y a la vez aprovechar la energía humana es mediante la construcción de un carrusel generador de energía eléctrica, el cual proveerá alumbrado propio para la infraestructura del mismo por las noches. Esta opción pretende aprovechar los resultados obtenidos previamente en la UTPL, al diseñar una estructura desmontable que aproveche el movimiento de un carrusel potenciado por niños para producir energía eléctrica que alimentará la iluminación nocturna de la estructura (ver Fig.12).

**Tabla 2.**

Presupuesto de inversión para el diseño e implementación del carrusel generador de energía eléctrica. Diseño de autores

Detalle	Inversión, USD
Estructura mecánica del carrusel	1200
Bloque de conversión de energía mecánica a eléctrica	550
Bloque de almacenamiento	250
Otros	300
<b>Total</b>	<b>2300</b>

## VII. Diseño de un carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana

### A. Sobre el aprovechamiento de energía humana en carruseles

El éxito de la energía renovable no solo pasa por el mejoramiento y optimización constante de las tecnologías para aprovecharla, sino que también incluye un fuerte componente de transformación de la cultura de gestión de la energía en la sociedad, empezando por su generación.

En los juegos mecánicos potenciados por energía humana, solo parte del esfuerzo realizado se destina a efectuar un trabajo, mientras que otro tanto se disipa. En este contexto, la captura de la energía humana disipada en juegos mecánicos para transformarla en otras formas de energía, se convierte en un tema emergente.

### B. Generalidades a considerar en el diseño del carrusel

En el marco de este proyecto, el equipo de trabajo decidió que el carrusel a diseñar debería ser portable (desarmable) a fin de reubicarse fácilmente en el territorio del PRJ, y, que la generación de electricidad debería efectuarse a través de máquinas de baja velocidad de rotación.

### C. Diseño estructural del carrusel

Para el diseño estructural del carrusel se decidió utilizar como modelo referencial, a las estructuras propuestas por Empower Playground [33]. El carrusel constará de cuatro partes: eje principal, plataforma de soporte, plataforma de generadores, y base (ver Fig.35).



**Fig. 35.** Diseño estructural del carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana, A-eje principal, B-plataforma de soporte, C-plataforma de generadores, D- base. Diseño de autores.

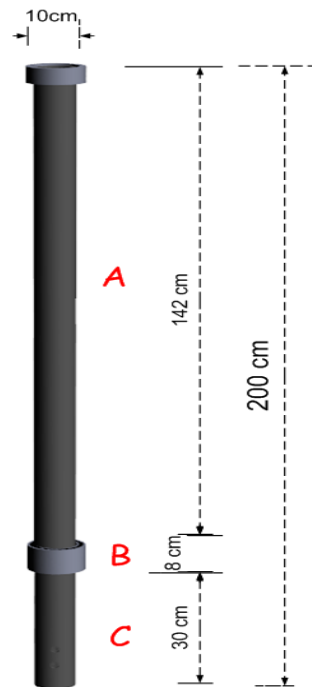


### Eje principal

El giro del carrusel produce elongación y doblamiento en el sistema mecánico, lo que puede conllevar a problemas de oscilación. Esto obliga a la utilización de materiales dúctiles como acero sólido y niquelado.

El eje principal estará conformado por 3 secciones (ver Fig.36), y, tendrá una longitud total de 2m y un diámetro de 0,1m.

En la sección A del eje, se montará la estructura de soporte de la iluminación del juego. La sección B alberga el sistema de rodamientos, a través del cual se acoplan las plataformas de soporte y de generadores. La sección C facilita acoplar y asegurar el eje a la base principal de la estructura. Esta base, de forma cúbica (30cm x 30 cm x 30cm), permite embonar el eje, y sujetarlo con pernos y tornillos.



**Fig. 36.** Geometría del eje principal del carrusel generador de electricidad potenciado por energía humana. Diseño de autores.

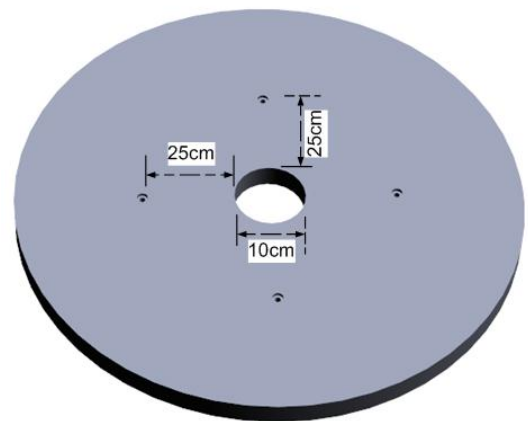
### Plataforma de soporte

Esta plataforma se acoplará mediante un sistema de rodamientos al eje principal. Esta plataforma deberá ser lo suficientemente rígida para minimizar la deformación causada por el peso de los ocupantes; pudiendo ser construida con una estructura de acero, recubierta con tool corrugado.

La plataforma de soporte tendrá un diámetro de 1.20 m, y un espesor entre 4cm y 5cm. Se plantea que la plataforma albergue un máximo de 10 ocupantes. La plataforma estará diseñada de acuerdo a las especificaciones propias de un carrusel, incluyendo la presencia de agarraderas de 0.6m de altura, construidas de tubo metálico de 0.04m de diámetro (ver Fig. 37).

### Plataforma de generadores

Esta plataforma estará ubicada y asegurada bajo la plataforma de soporte. El estator de cada uno de los generadores (alternadores) se sujeta a la base a través de acopladores autoajustables, de forma tal que entre el rotor de la máquina y la plataforma de generadores exista la suficiente fricción (ver Fig.38 y 39).



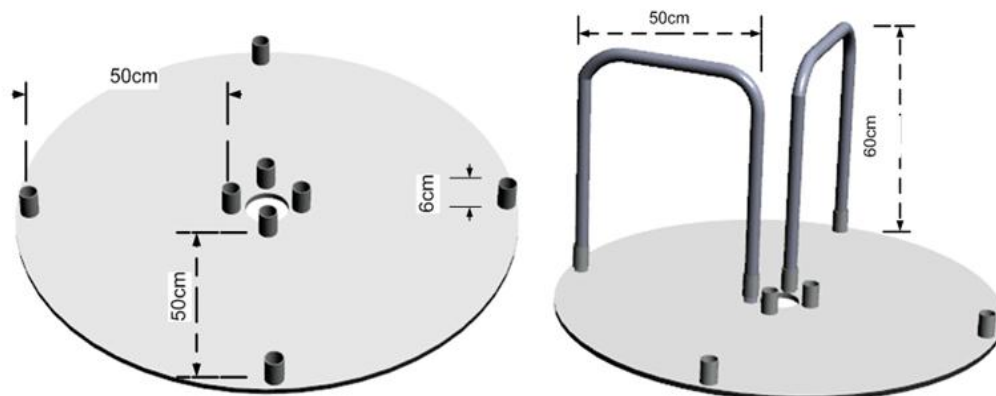
**Fig. 38.** Geometría básica de la plataforma de soporte. Diseño de los autores.

El espesor mínimo de la plataforma de generadores se estimó en 0.06m, mientras que su diámetro se calculó a través de la ecuación (1). Considerando que los alternadores necesitan de una velocidad de rotación mínima de 250 rpm para funcionar, y que el diámetro del rotor es de 6 cm, se determinó un diámetro de la plataforma de 100 cm.

$$\omega_2 = \frac{d_1 \omega_1}{d_2} \quad (1)$$

En dónde,

- $\omega_1$ , es la velocidad de giro de la plataforma de generadores, rpm
- $\omega_2$ , es la velocidad de giro del eje del alternador, rpm
- $d_1$ , es el diámetro de la plataforma de generadores, cm
- $d_2$ , es el diámetro del estator del alternador, cm



**Fig. 37.** Geometría de detalle de la plataforma de soporte. Diseño de autores

La plataforma de generadores se construirá de igual forma que la plataforma de soporte, y, se asegurará a ella mediante 4 pernos.

La (Fig.40) muestra que la base se conforma de 5 partes: una base principal, protecciones, acopladores autoajustables (en los que se ubicaran los alternadores), una caja para baterías, de almacenamiento; y, la base de acople del eje principal.

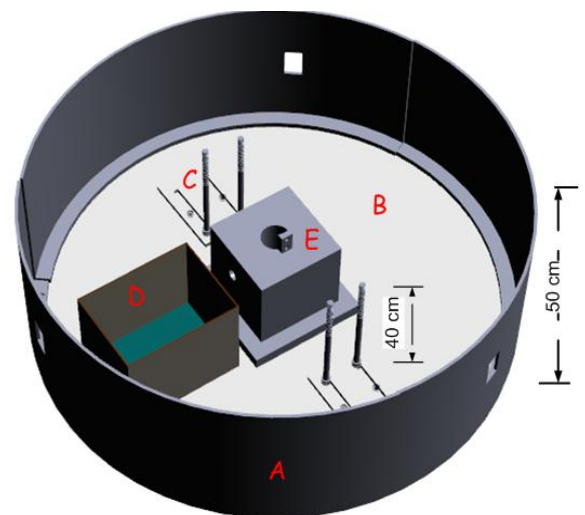


**Fig. 39.** Geometría básica de la plataforma de generadores. Diseño de los autores.

#### Base

Sobre la base descansará todo carrusel, por lo que debe ser construida con materiales reforzados.

En la base también se emplazará la infraestructura y equipos para la instalación del banco de baterías y otros bloques operativos del carrusel, por lo que se requerirá de la instalación de medidas de protección como vallas metálicas laterales.



**Fig. 40.** Esquema general de base del carrusel, A-vallas de protección, B-base principal, C-acopladores autoajustables para alternadores, D-caja de baterías y circuitos eléctricos, E- base para acople de eje principal. Diseño de autores

#### *D. Diseño estructural del carrusel*

##### Sobre el alternador a utilizar

La transformación de energía mecánica en energía eléctrica se realizará utilizando 2 alternadores de baja velocidad de rotación.

En este proyecto, se utilizarán alternadores tipo DC-520 de magnetos permanentes. Este tipo de alternador trabaja en velocidades de rotación cercanas a 240 rpm, y, niveles de voltaje de 12V [34] (ver Fig.41)



Fig. 40. Vista panorámica del alternador DC-420 Basic High wind permanent magnet [34].

Los alternadores de automóvil estándar presentan la desventaja de que a velocidades de 240 rpm, pueden entregar voltaje de 12 V<sub>CD</sub>, pero en potencias bajas (ver Fig. 41). Como mayor ventaja se recalca que al ser industrialmente ensamblados, los problemas de exactitud y precisión son mínimos, y consecuentemente el mantenimiento es casi innecesario.

A una velocidad de rotación del rotor de 250 rpm, a 12 V, el alternador entrega aproximadamente 8A, por lo que la potencia entregada se acerca a 96 W.

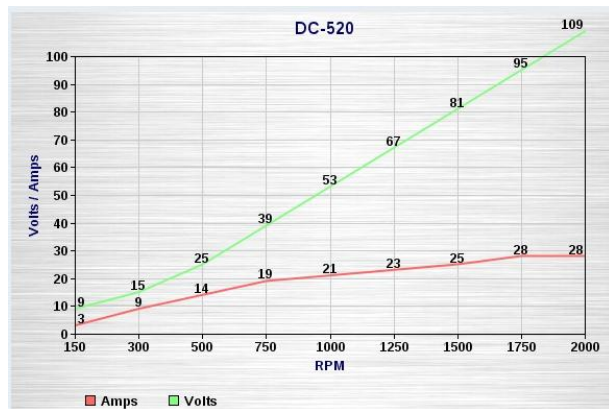


Fig. 41. Curva de corriente de alternador tipo DC-420 Basic High Wind permanent magnet [34].

### Sobre el bloque de storage de energía

El almacenamiento de energía se hará en baterías tipo KPL-52, cuyas características técnicas se resumen en la (Tabla 3).

Tabla 3.

Características físicas de batería kpl-52P [6].

Modelo	Ah	Dimensiones (mm)			Peso aproximado	Electrolito
		Longitud	Ancho	Altura	(Kg)	Litros
KPL-52P	52	58	139	400	5.4	1.7

La energía almacenada en las baterías se utilizará para potenciar la iluminación nocturna del carrusel. Para determinar el amperaje necesario se hace uso de la ecuación (2). [35].

$$P = V \cdot I \quad (2)$$

En dónde,

- P, es la potencia del sistema, W
- V, es el voltaje, V
- I, es la intensidad de corriente, A

El carrusel utilizará 2 iluminarias LED de 5 W cada una (ver Fig.42). Por lo que, para un voltaje de 12V, la corriente requerida es de 0.8A.

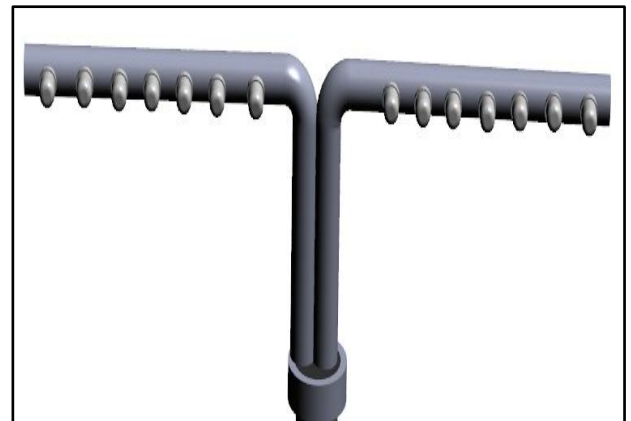


Fig. 42. Detalle del montaje de iluminarias en el carrusel. Diseño de los autores.

La capacidad de la batería requerida (Ah), se obtiene considerando el amperaje requerido y el tiempo de operación (ver expresión (3) [36].

$$C_n = I \cdot t \quad (3)$$

En dónde,

- C<sub>n</sub>, es la capacidad nominal de la batería, Ah
- I, es la intensidad de corriente eléctrica, A
- t, es el tiempo de operación previsto, h

En el marco de este proyecto, se considera que la iluminación operará aproximadamente 5 horas, entre las 18h00 y las 23h00 horas. Con esta consideración, la capacidad de la batería se calculó en 4 Ah. Sin embargo, con el ánimo de ahorrar energía, se prevé la instalación de un sensor de presencia, y, de una fotocelda en el circuito de activación de las iluminarias.

La capacidad real del bloque de storage de energía, se obtiene a partir de la ecuación (5), considerando el número de días en que el sistema de provisión de energía no se encuentre operativo, y, el coeficiente de descarga de la batería [37].

$$C = \frac{C_n f}{r} \quad (5)$$

En dónde,

$C_n$ , es la capacidad nominal de la batería, Ah

f, días que el sistema de provisión de energía no estará en funcionamiento durante la semana

r, es la profundidad de descarga de la batería

En este proyecto se consideró que el sistema de provisión de energía podría no estar activo un máximo de 2 días. Tal como la batería posee un coeficiente de descarga de 0.8, entonces la capacidad nominal de la batería se estimó en 10 Ah.

La (Fig.43) muestra el esquema general de conexiones eléctricas del bloque de storage de energía.

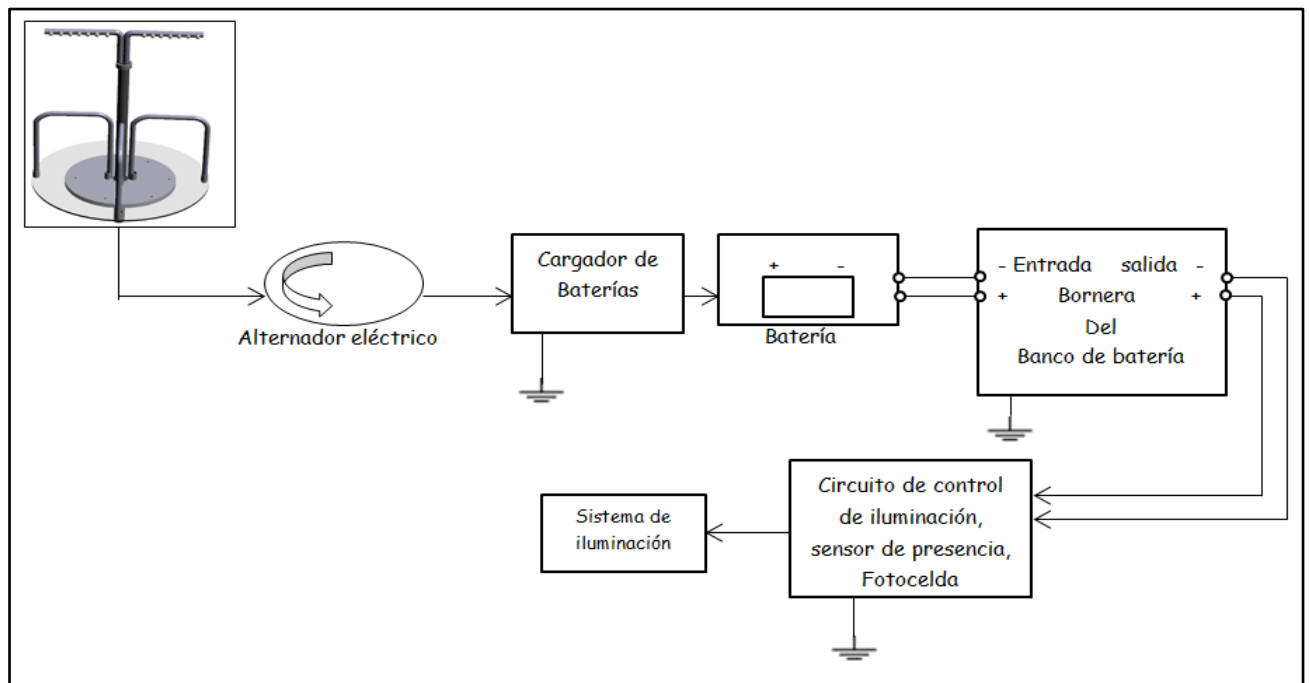


Fig. 43. Esquema de conexiones eléctricas del bloque de storage y bornera de salida [38].

## VIII. CONCLUSIONES

- Con una extensión de 10 Ha, el PRJ se constituye en uno de los principales centros de recreación de la ciudad de Loja.
- En el territorio del PRJ existen 2 zonas claramente definidas, separadas por el río Zamora, en las que coexisten los monumentos temáticos (proyecto de las culturas), y, los espacios recreativos y de competencia deportiva.
- La observación in situ del territorio del PRJ, permitió identificar al menos 3 fuentes renovables de energía: solar, humana, y, biomasa.
- La revisión del estado del arte muestra que es totalmente factible el aprovechamiento de energía humana en espacios públicos, con valores añadidos como el despertar de la conciencia ecológica, y, el fomento a la actividad física, entre otros.
- En las condiciones del PRJ es factible la implementación de al menos 3 potenciales propuestas para aprovechamiento de energía humana: carrusel para generación de energía eléctrica, carrusel accionado por padres, y, zona húmeda accionada por padres.
- Los resultados obtenidos muestran la factibilidad técnica de implementar un generador de electricidad potenciado por energía humana, utilizando la estructura de un carrusel.

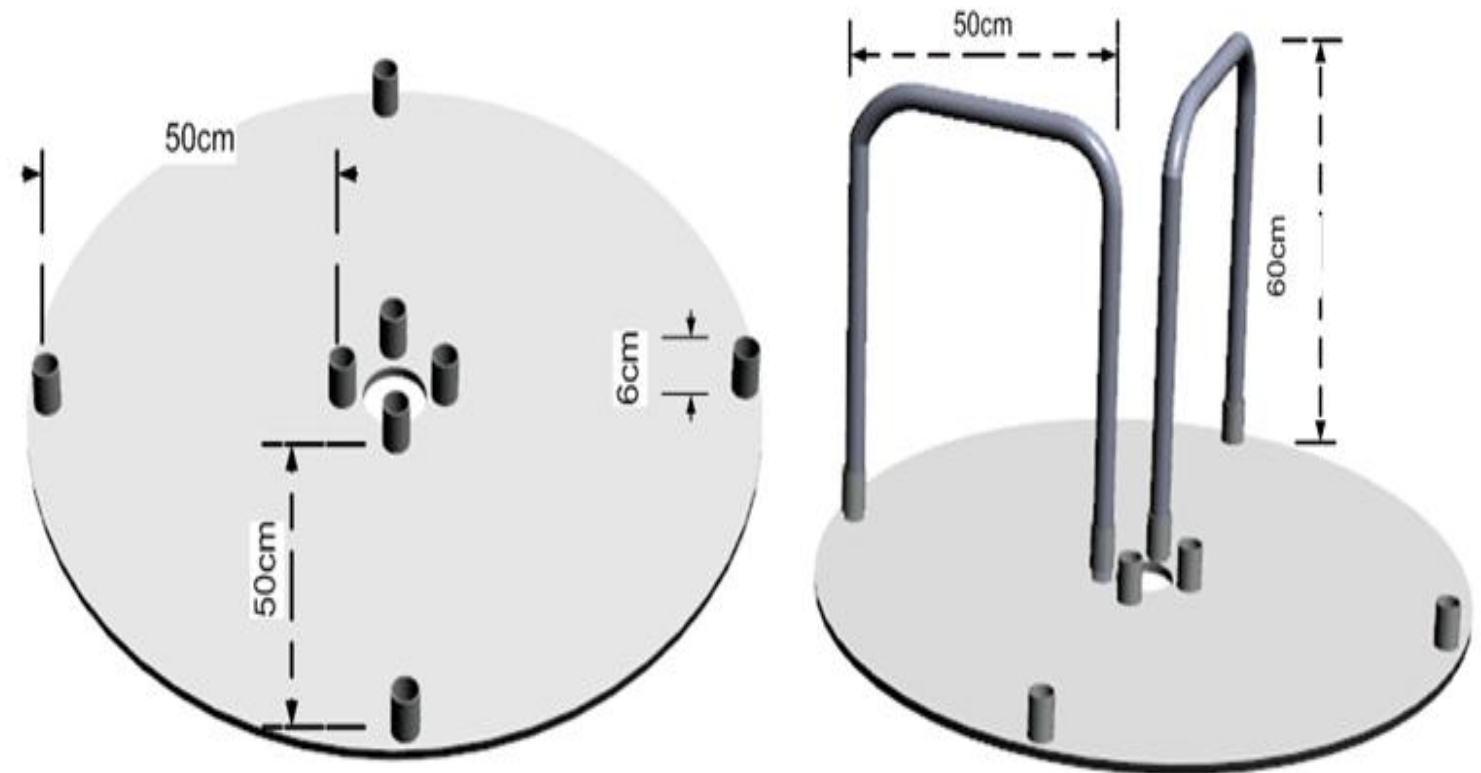
## IX. REFERENCIAS

- [1] Parque Recreacional Jipiro [Online]. Disponible en: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox>. Consulta de noviembre de 2014
- [2] S. Sánchez, “Energías renovables, conceptos y aplicaciones” 1º edición, vol. 1, pp. 3, Junio 2013.
- [3] S. Sánchez, “Energías renovables, conceptos y aplicaciones” 1º edición, vol. 1, pp. 14, Junio 2013.
- [4] P. Vallejo, J. Zambrano, “Física vectorial”, 8va edición, vol.2, pp. , 2011.
- [5] F. Jauregui Carro, “Generador pendular”, Patente número: WO2002061277 A1, Agosto 2002, disponible en: <http://www.google.com/patents/WO2002061277A1?cl=es>.
- [6] P. Krisko, “Energy generator”, Patente N°: US4852350 A, Enero 1989, disponible en: <http://www.google.com/patents/US4852350>.
- [7] V. Milkovic, “World of pendulum power”, disponible en: <http://www.pendulum-lever.com/applications.html> , 2011.
- [8] Soluciones energéticas S. A., “Breve introducción a las energías renovables”, disponible en: <http://www.solener.com/intro.html>.
- [9] S. Sánchez, “Energías renovables, conceptos y aplicaciones” 1º edición, vol. 1, pp. 50, Junio 2013.
- [10] Terra ecología práctica, “Aplicaciones domésticas con energía humana”, redacción terra.org, disponible en: <http://www.terra.org/categorias/articulos/aplicaciones-domesticas-con-energia-humana>, abril 2010.
- [11] "Human Power", disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Human_power).
- [12] Claudia Estefanía Loaiza Aldean, "Diseño de dispositivos para el aprovechamiento de energía humana: Diseño de un generador de flujo axial activado a manivela", disponible en: [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/739/3/Utpl\\_Loaliza\\_Aldean\\_Claudia\\_620x1898.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/739/3/Utpl_Loaliza_Aldean_Claudia_620x1898.pdf).
- [13] Science of Cycling, "Human Power", disponible en: <http://www.exploratorium.edu/cycling/humanpower1.html>.
- [14] A.J. Jansen, A.L.N. Stevels, "Human Power, a sustainable option for electronics", disponible en: [http://www.io.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/IO/Over\\_de\\_Faculteit/Afdelingen/Design\\_Engineering/Sectie\\_Product\\_Engineering/Human\\_Power/Publications/abstracts/doc/iee99dfs.pdf](http://www.io.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/IO/Over_de_Faculteit/Afdelingen/Design_Engineering/Sectie_Product_Engineering/Human_Power/Publications/abstracts/doc/iee99dfs.pdf).
- [15] Leonard J. Hopper, "Landscape Architectural Graphic Standards", disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=SDd7XcbP2e-wC&dq=human+powered+in+public+parks&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=SDd7XcbP2e-wC&dq=human+powered+in+public+parks&hl=es&source=gbs_navlinks_s).
- [16] Milenio, “Niños serán generadores de energía eléctrica en el Estado”, disponible en: <http://sipse.com/milenio/ninos-generadores-energia-electrica-cfe-yucatan-81821.html>
- [17] Inhabitat, Finally, an Outdoor Gym that Generates Energy Instead of Wasting It, disponible en: <http://inhabitat.com/finally-an-outdoor-gym-that-generates-energy-instead-of-wasting-it/>
- [18] The Great Outdoor Gym Company , “Why choose TGO?”, disponible en: <http://www.tgogc.com/Why-Choose-TGO.Html>
- [19] “The Great Outdoor Gym Company”, disponible en: <http://www.tgogc.com>
- [20] Play in Green, “Workshop: Play in g Madrid”, disponible en: <http://playingmadrid.iednetwork.com/2010/05/23/play-in-green>
- [21] Energy Harvesting Journal, “Playground produces energy” disponible en: <http://www.energyharvestingjournal.com/articles/playground-produces-energy-00004393.asp>.
- [22] Energy Harvesting Journal, “Harvesting children's energy for electricity”, disponible en: <http://www.energyharvestingjournal.com/articles/3112/harvesting-childrens-energy-for-electricity>.
- [23] “Gunma Cycle Sports Center”, disponible en: <http://www.gummacsc.com/cschnp/proglam/norimono.html>.
- [24] “Human Powered Monorail”, disponible en: <http://www.getyourguide.com/rotorua-11398/shweeb->

- human-powered-monorail-at-agroventures-rotorua-t36543/.
- [25] “Human Power In The Parks: How To Experience National Parks Without A Car”, disponible en: <http://www.xanterra.com/human-power-in-the-parks-how-to-experience-national-parks-without-a-car/>.
- [26] THÉÂTRE DE LA TOUPINE, Bestiaire Alpin. [Online]. Disponible en: [http://www.theatre-toupine.org/even\\_15\\_un-manege-theatre-ecologique.html](http://www.theatre-toupine.org/even_15_un-manege-theatre-ecologique.html).
- [27] Carrusel Productor de Energía Cinética, Alternativa para Producción de energía. [En línea], Disponible en <<http://www.econotas.com/2013/09/carrusel-productor-de-energia-cinetica.html>>[Consulta 20 de Mayo 2014]
- [28] Visitando el parque “yasnán” en cayambe, disponible en: <http://quitobebes.com/visitando-el-parque-yasnán-en-cayambe/>.
- [29] El Parque Bicentenario se ejecuta de acuerdo a una planificación, disponible en: <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/item/759-el-parque-bicentenario-se-ejecuta-de-acuerdo-a-una-planificaci%C3%B3n?tmpl=component&print=1>
- [30] Dirección de Turismo de Guayaquil, “Parque Lineal de la Av. Barcelona”, disponible en: <http://turismo.guayaquil.gob.ec/?q=es/malecones/malecones-urbanos/parque-lineal-av-barcelona#sthash.TZzpF41c.dpuf>
- [31] Agencia pública de noticias Andes, “El parque Samanes, nuevo pulmón para Guayaquil”, disponible en <http://www.andes.info.ec/es/sociedad-turismo/parque-samanes-nuevo-pulmon-guayaquil.html>.
- [32] Diario El Mercurio, “Loja: Parques biosaludables llegarán a más sectores”, disponible en: <http://www.elmercurio.com.ec/371941-loja-parques-biosaludables-llegaran-a-mas-sectores/#.VJML9dKG9Ao>
- [33] EmpowerPlaygrounds. [en línea]. Disponible en<[http://www.empowerplaygrounds.org/main/index.php?option=com\\_content&view=article&id=68&Itemid=9](http://www.empowerplaygrounds.org/main/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=9)> [Consulta Marzo 2015].
- [34] Wind Blue power,Driven Permanent Magnet Alternator.<En línea>. Disponible en [http://www.windbluepower.com/Wind\\_Blue\\_Motor\\_Hydro\\_Permanent\\_Magnet\\_Alternator\\_p/dc-500.htm](http://www.windbluepower.com/Wind_Blue_Motor_Hydro_Permanent_Magnet_Alternator_p/dc-500.htm). [Consulta Marzo 2015]
- [35] Freddy Valdovinos, Almacenamiento de energía: Desarrollos Tecnológicos y Costos. <En línea> disponible en <[http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/almacena/Almacenamiento\\_Energia\\_archivos/Almacenamiento\\_Energia.pdf](http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/almacena/Almacenamiento_Energia_archivos/Almacenamiento_Energia.pdf)> [Consulta Marzo 2015].
- [36] Freddy Valdovinos, Almacenamiento de energía: Desarrollos Tecnológicos y Costos. <En línea> disponible en <[http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/almacena/Almacenamiento\\_Energia\\_archivos/Almacenamiento\\_Energia.pdf](http://web.ing.puc.cl/~power/mercados/almacena/Almacenamiento_Energia_archivos/Almacenamiento_Energia.pdf)> [Consulta Marzo 2015].
- [37] Electricasas Co. Ltd, Cálculos para un Sistema Básico Fotovoltaico. [en línea]. Disponible en <<http://www.electricasas.com/electricidad/energia-solar/fotovoltaica-energia-solar-electricidad/calculos-para-un-sistema-basico-fotovoltaico-ejemplo/>> [Consulta Marzo 2015]
- [38] UTPL. Diseño de un sistema de iluminación interior para aulas escolares tipo, potenciado por energía humana a través de juegos infantiles. Autor: Ángel Patricio Songor Jaramillo [Consulta Marzo 2015]



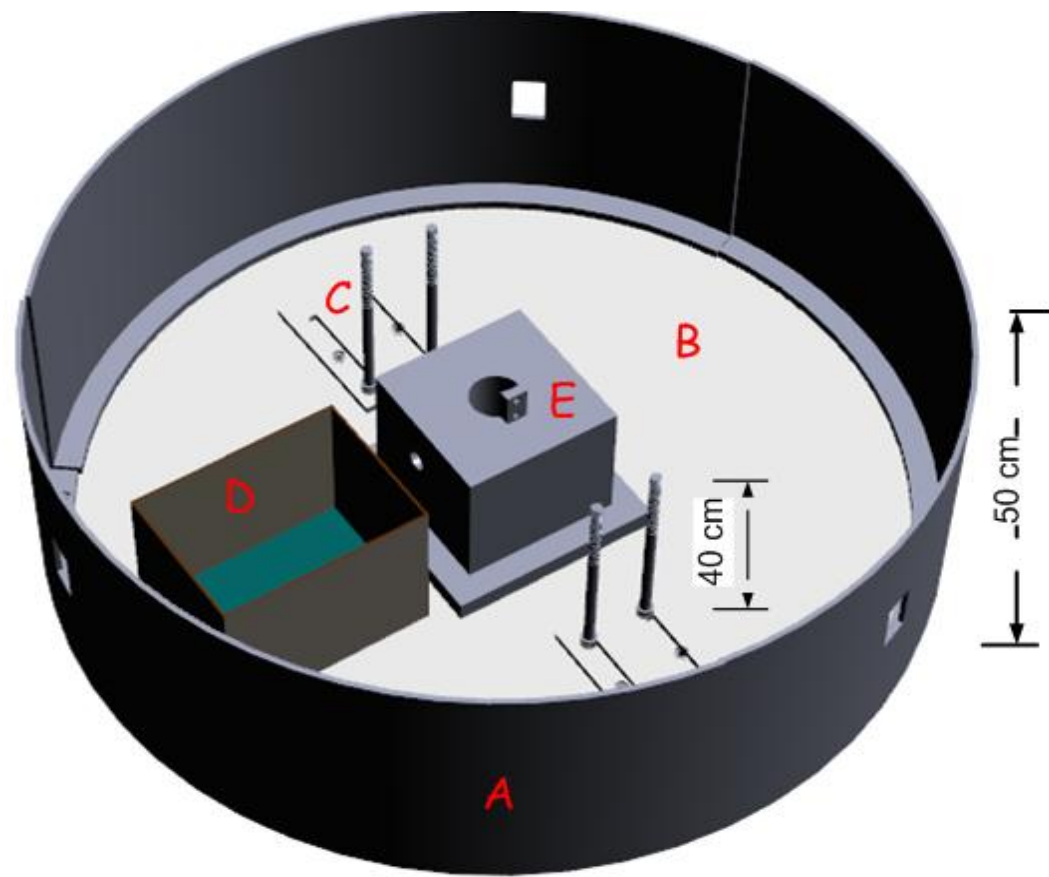
a) Vista general de carrusel generador de energía eléctrica. A-eje principal, B-plataforma de soporte C-plataforma de generadores; D- base



b) Geometría de detalle de la plataforma de soporte

<b>TÍTULO:</b> Diseño estructural de carrusel generador de electricidad Potenciado por energía humana.	
<b>CONTENIDO:</b> Vista general de partes que conforman al carrusel	
<b>REVISADO:</b> Ing. Jorge Luis Jaramillo	<b>DISEÑO:</b> Jimmy Ortiz Veintimilla
<b>FECHA:</b> 29/04/2015	<b>NÚMERO:</b> 1





a)



b)

**TÍTULO:** a) Base b) vista frontal adaptación de alternadores

**CONTENIDO:** a) Partes que conforman la base del carrusel; b) vista frontal de Adaptación de alternadores a plataforma.

**REVISADO:** Ing. Jorge Luis Jaramillo

**DISEÑO:** Jimmy Ortiz Veintimilla

**FECHA:** 29/04/2015

**NÚMERO:** 2