

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE IRRAIPA

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (RESUMEN)



AES COLOMBIA

2015

## TABLA DE CONTENIDO

3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	4
3.1.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO4	
3.2.	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....	6
<b>3.2.1.</b>	<b>Fases y actividades del proyecto .....</b>	<b>7</b>
3.2.1.1.	En fase de construcción/montaje .....	7
3.2.1.2.	En fase de operación.....	7
3.2.1.3.	En fase de desmantelamiento .....	7
<b>3.2.2.</b>	<b>Características técnicas.....</b>	<b>7</b>
3.2.2.1.	Infraestructura civil .....	7
3.2.2.1.1.	Parque eólico .....	7
3.2.2.1.2.	Red vial .....	14
3.2.2.1.3.	Alcantarillas .....	17
3.2.2.1.4.	Plataformas .....	18
3.2.2.1.5.	Fundaciones .....	19
3.2.2.1.6.	Zanjas .....	20
3.2.2.1.7.	Zonas de almacenamiento y temporales .....	21
3.2.2.2.	Infraestructura eléctrica .....	23
3.2.2.2.1.	Características generales de la red .....	23
3.2.2.2.2.	Cable subterráneo de fase .....	24
3.2.2.2.3.	Puesta a tierra de la instalación .....	25
3.2.2.2.1.	Red de comunicaciones .....	25
3.2.2.3.	Transporte, instalación y logística.....	26
3.2.2.3.1.	Base y torre .....	27
3.2.2.3.2.	Nacelle y buje .....	29
<b>3.2.3.</b>	<b>Cantidades y movimientos de materiales .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.4.</b>	<b>Insumos del Proyecto .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.1.</b>	<b>Demanda de recursos naturales.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.2.</b>	<b>Desmantelamiento del Parque.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.3.</b>	<b>Cronograma .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Coordenadas de los vértices límites del área indirecta .....	5
Tabla 3-2 Dimensiones de las partes del aerogenerador previsto.....	8
Tabla 3-3 Coordenadas de ubicación de los aerogeneradores. UTM (Huso 18) .....	13
Tabla 3-4 N.º de alcantarillas por tramos de viales .....	17
Tabla 3-5 Características generales de la red eléctrica.....	23
Tabla 3-6 Características generales de la base y torre de un aerogenerador. ....	27
Tabla 3-7 Características generales del nacelle y buje de un aerogenerador. ....	29
Tabla 3-8 Características de las palas. ....	31
Tabla 3-9 Valores de excavación y movimientos de tierras estimados en la ejecución del P. ....	31
Tabla 3-10 Valores de elementos y materiales requeridos para la ejecución del Parque Eólico Irripa.....	33
Tabla 3-11 Recursos naturales necesarios para la construcción del Parque Eólico.....	37

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Localización del parque eólico Irripa .....	4
Figura 3-2 Ubicación área de influencia del proyecto.....	5
Figura 3-4 Ilustración de las partes un aerogenerador .....	9
Figura 3-3 Dimensiones de las partes un aerogenerador.....	9
Figura 3-5 Construcción de la fundación de un aerogenerador.....	13
Figura 3-6 Implantación planta del Parque Eólico Irripa .....	14
Figura 3-7 Vía tipo de un parque eólico .....	17
Figura 3-8 Alcantarilla tipo .....	18
Figura 3-9 Esquema Típico de Plataforma de Maniobras .....	19
Figura 3-10 Ejecución fundación tipo de aerogenerador .....	20
Figura 3-11 Zanja tipo.....	21
Figura 3-12 Zona de acopio y campamentos .....	22
Figura 3-13 Instalación de cables de media tensión y fase subterráneos.....	25
Figura 3-14 Descripción de secciones, base y tramos de una torre de aerogenerador. ....	28
Figura 3-15 Naturaleza del Material de los Aerogeneradores .....	38

### ÍNDICE DE FOTOS

Foto 3-1 Transporte tramo de torre. ....	28
Foto 3-2 Instalación tramo torre. ....	29
Foto 3-3 Instalación nacelle. ....	30
Foto 3-4 Transporte de pala.....	30
Foto 3-5 Montaje de Buje + Palas Transporte de pala. ....	31
Foto 3-6 Ejemplo de tanque y dique .....	35
Foto 3-7 Modelo de área de almacenamiento de sustancias peligrosas .....	36

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO

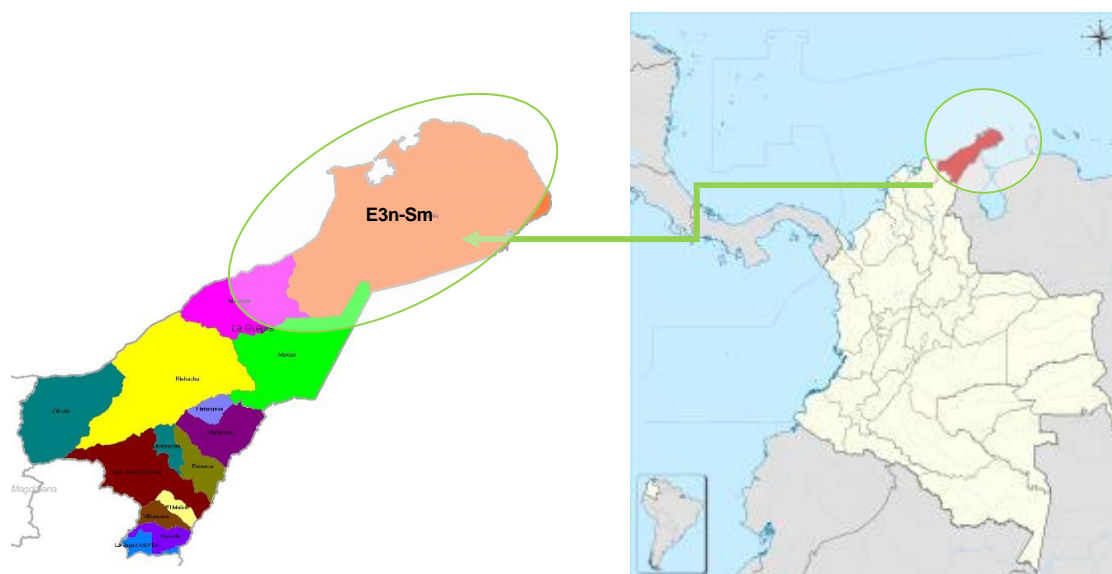
El proyecto del Parque Eólico Irraipa se situará dentro del departamento de La Guajira, situado al Noreste del país y perteneciente a la Región Caribe colombiana. Concretamente, el parque eólico se emplazará en el municipio de Uribia.

El municipio de Uribia limita al norte con el mar Caribe, al sur con Venezuela, al suroccidente con el municipio de Maicao y al occidente con el municipio de Manaure. La mayoría de su población hace parte del pueblo Wayuú que es reconocido como propietario colectivo del resguardo indígena de la Alta y Media Guajira, que se extiende por el área rural<sup>1</sup>.

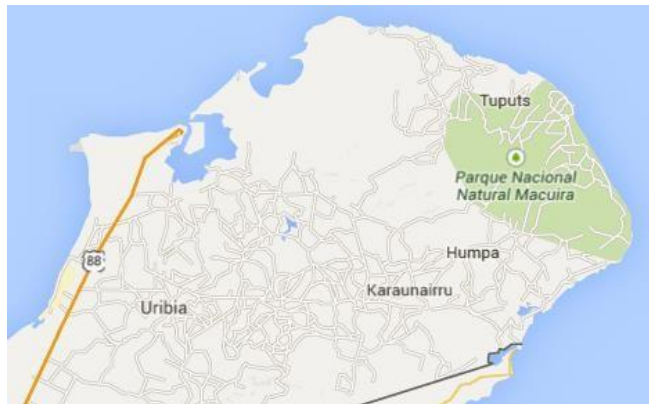
El proyecto del parque eólico Irraipa se situará dentro del departamento de la Guajira, situado al Noreste del país y perteneciente a la Región Caribe colombiana. La capital del departamento de la Guajira es Riohacha (en wayuunaiki: Süchiimma que significa "Ciudad del Río"), se ubica en el centro del mar Caribe y en el delta del río Ranchería.

Concretamente, el parque eólico se emplazará en el municipio de Uribia, ubicado al Norte del departamento colombiano de La Guajira. La mayoría de su población hace parte del pueblo Wayúu, que habita este territorio desde tiempos inmemoriales y es reconocido como propietario colectivo del gran resguardo indígena de la Alta y Media Guajira, que se extiende por el área rural.

**Figura 3-1 Localización del parque eólico Irraipa**



<sup>1</sup> Alcaldía de Uribia, 2021. Sitio Web: [www.uribia-laguajira.gov.co](http://www.uribia-laguajira.gov.co)

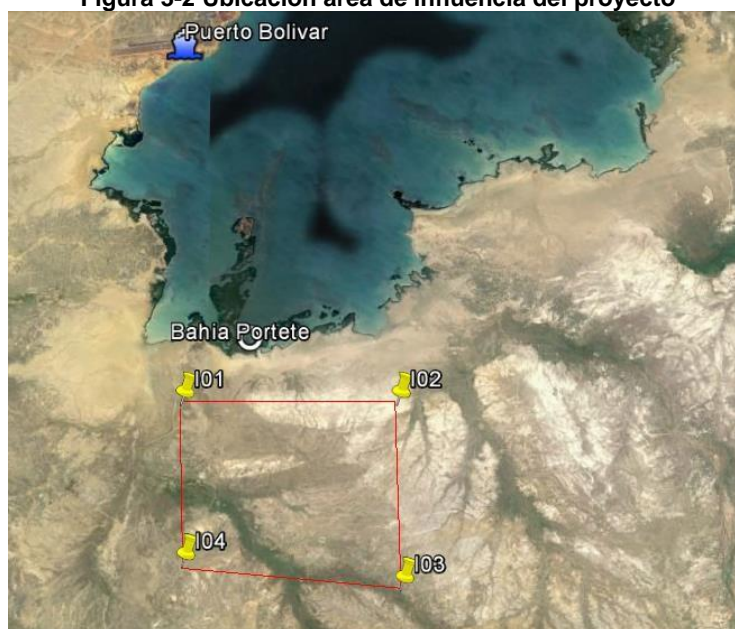


El Parque Eólico Irripa queda definido por la siguiente poligonal como área de influencia, tal y como consta en la Resolución de Corpoguajira 1313 del 5 de agosto de 2014 por la cual se concede un permiso de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica:

Tabla 3-1 Coordenadas de los vértices límites del área indirecta

VERTICE	UTM WGS84 HUSO 18		GEOGRÁFICAS WGS84	
	UTM (m)	UTM (m)	NORTE (° ' ")	OESTE (° ' ")
I01	829.033	1.343.250	12° 8' 4.13"	71° 58' 37.99"
I02	834.738	1.343.358	12° 8' 5.56"	71° 55' 29.48"
I03	834.944	1.338.535	12° 5' 28.69"	71° 55' 24.47"
I04	829.188	1.339.019	12° 5' 46.51"	71° 58' 34.42"

Figura 3-2 Ubicación área de influencia del proyecto



### 3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El parque eólico consta de 33 aerogeneradores, de 3.000 kW de potencia nominal unitaria (este rango pudiera variar en función de la mejor opción tecnológica a la hora de ejecutar el proyecto, ver características generales del aerogenerador), siendo en todo caso la potencia total de la instalación de 99 MW.<sup>6</sup> Los aerogeneradores tienen un rotor que oscila en un rango de 110 y 150 m de diámetro y van montados sobre torres tubulares cónicas de entre 84 y 135 m de altura.

En el interior de cada aerogenerador se instalará un centro de transformación para elevar la energía producida a la tensión de generación hasta la tensión de distribución en el interior del parque de 34,5 kV.

Mediante una red subterránea de media tensión (34,5 kV) se recogerá la energía generada por los aerogeneradores y se llevará hasta la subestación (S.E.) transformadora del parque eólico para ser evacuada desde la misma S.E. mediante una Línea de Alta Tensión Aérea.

Se instalará una línea de tierra común para todo el parque, formando un circuito equipotencial de puesta a tierra y una red de comunicaciones para la operación y control del parque.

Las redes de media tensión, de comunicaciones y de tierras discurrirán enterradas en la misma zanja hasta la subestación.

El parque eólico se completará con el vial de acceso al parque y con los viales interiores de acceso a cada uno de los aerogeneradores, siguiendo las especificaciones técnicas de transporte y logística para el tipo de aerogeneradores a instalar.

Junto a cada aerogenerador será preciso construir un área de maniobra necesaria para la ubicación de grúas y trailers empleados en el izado y montaje del aerogenerador.

El punto de entrega de la energía generada al STN (Sistema de Transmisión Nacional) por el parque está previsto será una Subestación Colectora con otros 3 proyectos eólicos que la compañía está desarrollando en las cercanías del P.E. Irripa (P.E. Carrizal 195 MW, P.E. Casa Eléctrica 180 MW y P.E. Apotolrru 75 MW). La ubicación de esta Subestación Colectora/Elevadora está pendiente de definir por parte de la resolución de UPME para la Línea de Alta Tensión Aérea con la que tener Punto de Acceso para conectar y evacuar la energía generada por estos 4 Parques Eólicos al S.T.N. (Sistema de Transmisión Nacional) y de la que la compañía AES COLOMBIA-JEMEIWAA KA'I SAS ya adelantó Estudio de Conexión el pasado mes de julio de 2015.

La subestación del parque eólico Irripa junto con edificio de control, vía de acceso, línea de alta tensión del parque-subestación colectora, subestación colectora/elevadora y línea de alta tensión al S.T.N. serán objeto de otro proyecto con su correspondiente Estudio de Impacto Ambiental y que dependen de la resolución y definición por parte de UPME.



### 3.2.1. Fases y actividades del proyecto

A continuación, se enumeran las diferentes acciones del proyecto de instalación y posterior utilización del Parque Eólico que pueden tener alguna incidencia sobre el medio.

#### 3.2.1.1. En fase de construcción/montaje

En fase de construcción del Parque Eólico se producirán las siguientes acciones:

- Movimientos de tierras (excavaciones, desbroces de vegetación y construcción de caminos).
- Tránsito de maquinaria y vehículos.
- Uso de maquinaria pesada.
- Generación de materiales y residuos.
- Obra civil (cimentaciones y obras de drenaje).
- Montaje (montaje e izado de aerogeneradores y tendido de conductores por zanjas).

#### 3.2.1.2. En fase de operación

En fase de operación del Parque Eólico se producirán las siguientes acciones:

- Operaciones de mantenimiento.
- Funcionamiento del Parque Eólico.
- Presencia de los Parque Eólico.

#### 3.2.1.3. En fase de desmantelamiento

En fase de desmantelamiento del Parque Eólico se producirán las siguientes acciones:

- Tránsito de maquinaria y vehículos.
- Desmontaje de aerogeneradores y retira de cableado.

### 3.2.2. Características técnicas

#### 3.2.2.1. Infraestructura civil

##### 3.2.2.1.1. Parque eólico

A continuación, se describen con mayor nivel de detalle los distintos componentes que componen el aerogenerador.

- Clase de Aerogenerador II-III (a-b)
- Potencia Nominal 3.000 kW rango (2.000 kW-3.600 kW)
- Diámetro del rotor 132 m rango (110-150 m)
- Altura de torre 120 m rango (84-135 m)
- Número de palas 3
- Velocidad del viento de arranque 3 m/s
- Velocidad del viento de parada 25 m/s
- Paso Variable
- Frecuencia de red 60 Hz
- Orientación del rotor Barlovento



El aerogenerador tiene una orientación del rotor a barlovento de paso variable, con sistema de orientación activo y rotor de tres palas. Tiene un rotor tripala de 132 m de diámetro situado a barlovento y emplea un sistema de orientación automática (yaw), que permite un perfecto alineamiento del rotor con la dirección del viento y un enclavamiento estable en la posición óptima de producción, garantizado por su robusto sistema de frenado.

La máquina está provista de un sistema de regulación automática de ángulo de paso (pitch), que permite a cada pala girar, independientemente de las otras dos, sobre su eje longitudinal, comandadas por una misma consigna de posición, a la cual pueden dirigirse las palas con distintas velocidades.

Cada aerogenerador está constituido esencialmente por una turbina compuesta principalmente por un rotor formado por 3 palas aerodinámicas y un buje a la que van ancladas, una caja multiplicadora y un generador eléctrico de 3 MW situados a la parte alta de una torre troncocónica tubular pintada con una pintura especial anticorrosiva de 120 m de altura sobre una base de cemento armado.

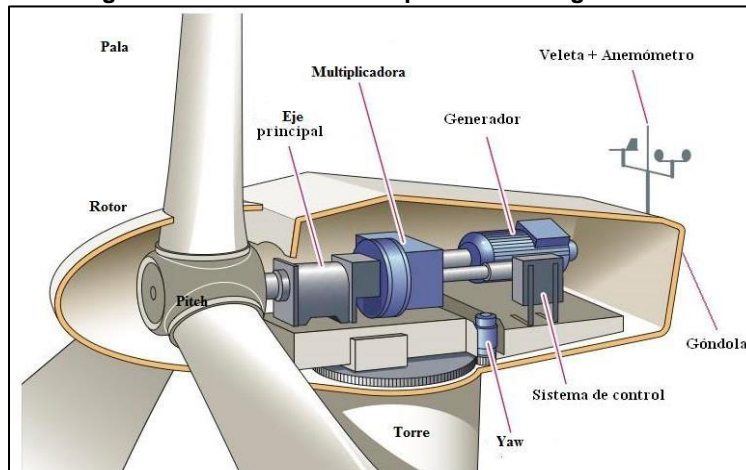
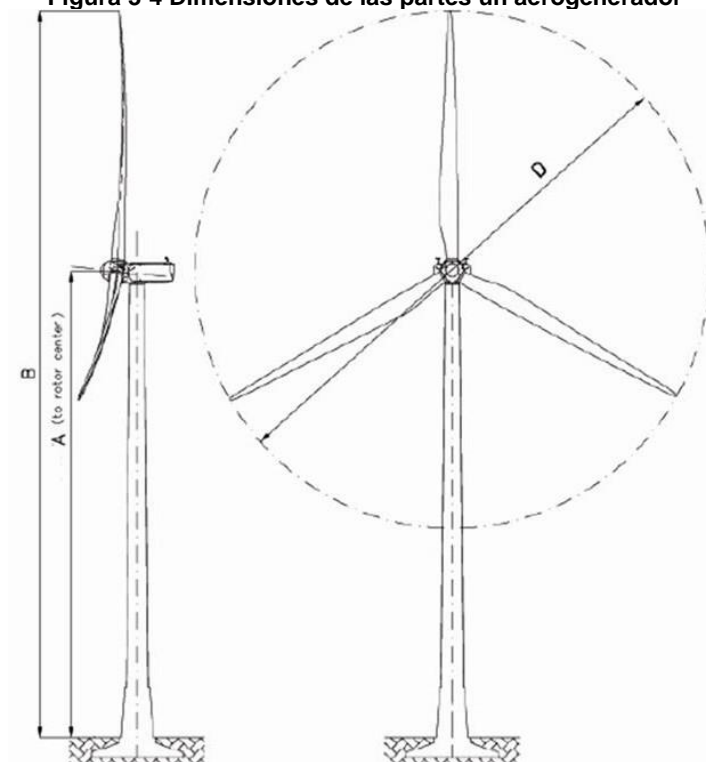
Las medidas indicadas del aerogenerador, tanto en altura de buje como diámetro de rotor pudieran variar ligeramente una vez cerrado el contrato con el suministrador final de aerogeneradores.

Todas las funciones del aerogenerador son monitorizadas y controladas por una unidad de control y de forma remota. Cada aerogenerador se conectará individualmente a su centro de transformación hasta 34,5 kV, integrados en la estructura de cada aerogenerador.

**Tabla 3-2 Dimensiones de las partes del aerogenerador previsto**

	Descripción	Medidas (m)
<b>A</b>	Altura del buje	120
<b>B</b>	Punta de Pala	186
<b>D</b>	Diámetro del rotor	132



**Figura 3-3 Ilustración de las partes un aerogenerador****Figura 3-4 Dimensiones de las partes un aerogenerador**

- Rotor

El rotor de la máquina, de 132 m de diámetro, está constituido por tres palas a 120° y unidas al buje mediante rodamientos. La función del rotor es captar la energía del viento y convertirla en energía cinética de rotación.

El buje, fabricado en fundición, es el mecanismo que transmite la energía de las tres palas al eje lento. La unión del buje al eje lento es atornillada. En el interior de este componente se alojan los elementos que componen el sistema de pitch.

Las palas están hechas con fibra de vidrio. El perfil aerodinámico de las palas varía a sección y forma como en ángulo de incidencia del borde de ataque. El rodamiento de pala permite el giro de la pala respecto a su eje longitudinal. Su pista fija está atornillada al buje y la móvil a la pala.

El sistema de pitch permite variar el ángulo de paso de cada pala, al girar ésta sobre su eje longitudinal. Este sistema tiene como objetivos tanto regular la potencia generada con vientos altos como actuar de freno aerodinámico en caso de parada controlada o emergencia. Cada una de las palas del rotor tiene un sistema independiente de ajuste de ángulo de paso, accionado por un cilindro hidráulico específico para cada pala.

- Eje principal

El eje principal transmite la energía al generador a través de la multiplicadora. El eje está fabricado en acero forjado.

De cara evitar que las palas pudieran llegar a tocar la torre, en caso de altas velocidades de viento, el eje principal de la turbina se coloca sobre el bastidor con una inclinación respecto de la horizontal de 5°.

- Multiplicadora

La multiplicadora está formada por una combinación de engranajes planetarios y paralelas. La energía se transmite de la multiplicadora al generador, por medio de un acoplamiento elástico. Este acoplamiento es capaz de transmitir la potencia en forma de par torsor y a la vez absorber desalineaciones de los ejes de la multiplicadora y del generador sin introducir grandes esfuerzos en dichos componentes.

La multiplicadora consta de su propio sistema de lubricación y refrigeración. La temperatura del aceite y el funcionamiento de la multiplicadora están monitorizados y gestionados por la unidad de control.

Puede existir la posibilidad que este elemento no forme parte de la turbina finalmente seleccionada, ya que hay generadores que trabajan de forma sincronizada con el rotor.

- Generador eléctrico

El generador es de tipo asíncrono trifásico de inducción (existe la opción de que pudiera ser síncrono), doblemente alimentado, de rotor devanado y excitación por anillos. Su potencia

nominal es 3.000 kW (posible rango entre 2.000-3.600 kW). El generador mediante pares de polos. La velocidad de giro del rotor es variable y se adapta a la velocidad del viento. No obstante, la potencia se suministra a la red siempre a 60 Hz.

La refrigeración se lleva a cabo por ventilación forzada por medio de ventiladores para incrementar el intercambio de calor. La temperatura está monitorizada y se controla con ayuda de resistencias calefactoras y de los ventiladores mencionados anteriormente.

Datos principales del generador:

- Potencia nominal: 3.000 kW (rango 2.000 a 3.600 kW)
- Frecuencia suministrada a la red: 60 Hz  $\pm 2/-3$  Hz
- Velocidad de sincronismo: 1.200 rpm
- Velocidad nominal: 1.320 rpm

- Transformador de media tensión

El transformador de media tensión, ha sido creado específicamente para ser instalado en aerogeneradores y que permita entregar la energía producida por el generador a una tensión de 34,5 kV.

- Sistema de frenado

El aerogenerador está equipado con un sistema de frenado que detendrá la rotación cuando sea necesario mediante un giro completo de las palas y que es gestionado por el sistema de orientación de pala (pitch). Adicionalmente existe un freno de estacionamiento hidráulico, montado sobre el eje de alta velocidad de la multiplicadora.

- Unidad de control, potencia y sistema pitch

Una unidad de control y potencia monitoriza y controla todas las funciones críticas del aerogenerador, para optimizar constantemente el funcionamiento de este en todo el rango de velocidades del viento. El sistema de control está equipado con múltiples sensores para garantizar un funcionamiento seguro y óptimo del aerogenerador.

La máquina está provista de un sistema de regulación automática de ángulo de paso (Pitch), que permite a cada pala girar, independientemente de las otras dos, sobre su eje longitudinal, comandadas por una misma consigna de posición, a la cual pueden dirigirse las palas con distintas velocidades.

La operación del sistema de giro de las palas se realiza por medio de cilindros hidráulicos en cada pala. La unidad hidráulica se encuentra en la góndola (también denominada nacelle) y suministra presión hidráulica al sistema de giro de las palas y al sistema de frenado. Estos sistemas están equipados con acumuladores hidráulicos para garantizar una parada controlada y segura en caso de cortes en la red.

El sistema de orientación permite el giro de la góndola alrededor del eje de la torre. La máquina emplea un sistema de orientación automática (Yaw), que permite un perfecto alineamiento del rotor con la dirección del viento y un enclavamiento estable en la posición óptima de producción, garantizado por su robusto sistema de frenado.

- Góndola o Nacelle

La cubierta de la góndola, reforzada con fibra de vidrio, protege todos los componentes del interior de la lluvia, el polvo, el sol, etc. Una apertura permite el acceso a la góndola desde la torre.

Tiene un diseño modular y está optimizado para su transporte, facilita y agiliza la instalación y las tareas de reparación y mantenimiento.

- Torre

La torre es tubular cónica y está formada por secciones unidas, con una altura total de 120 m (rango posible de 84 a 135 metros).

En el interior de cada torre se aloja el cuadro de potencia y control del aerogenerador, así como las celdas de media tensión de protección del transformador y de entrada y/o salida de cables.

La torre puede estar construida en acero o también por concreto prefabricado.

- Fundación

La fundación estándar es del tipo superficial aislada consistente en un pedestal metálico que se embebe en una zapata de base circular y canto variable. Ha sido calculada en base a las cargas dadas por el fabricante y según las características generales del terreno, obteniéndose un diseño con un diámetro de 25 metros y área de actuación total de 37x37 metros para cada una de las fundaciones.

La excavación se efectúa hasta una profundidad de aproximadamente 3 metros bajo el nivel de la superficie, debiendo quedar por debajo de esta cota el nivel freático del terreno.

**Figura 3-5 Construcción de la fundación de un aerogenerador**



El proyecto Irripa consta de 33 aerogeneradores. En la siguiente tabla y figura se especifica la ubicación de cada uno de ellos:

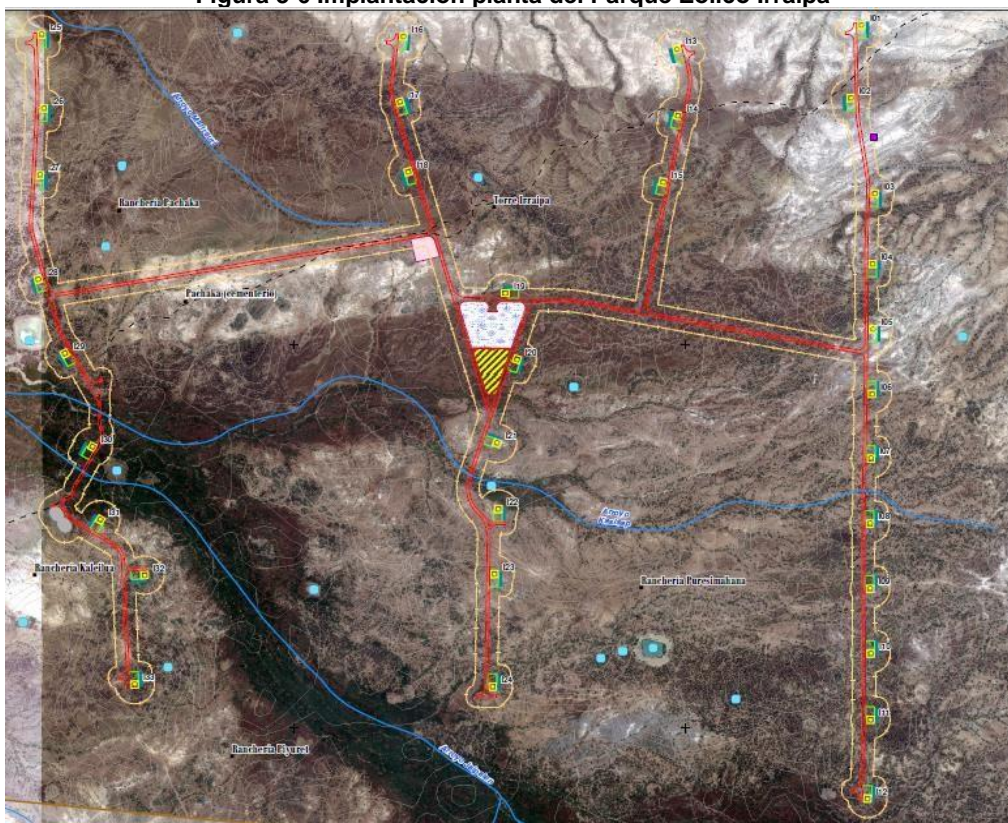
**Tabla 3-3 Coordenadas de ubicación de los aerogeneradores. UTM (Huso 18)**

LOCALIZACIÓN AEROGENERADORES		
POSICIÓN	UTM WGS84 HUSO 18	
	UTM X (m)	UTM Y (m)
IRR_01	833874	1343098
IRR_02	833825	1342715
IRR_03	833954	1342219
IRR_04	833949	1341851
IRR_05	833956	1341511
IRR_06	833956	1341172
IRR_07	833956	1340834
IRR_08	833955	1340494
IRR_09	833961	1340154
IRR_10	833969	1339815
IRR_11	833973	1339471
IRR_12	833963	1339059
IRR_13	832934	1342959
IRR_14	832944	1342611
IRR_15	832872	1342262
IRR_16	831535	1343004
IRR_17	831522	1342661
IRR_18	831570	1342298
IRR_19	832075	1341671
IRR_20	832139	1341327
IRR_21	832044	1340887



LOCALIZACIÓN AEROGENERADORES		
POSICIÓN	UTM WGS84 HUSO 18	
	UTM X (m)	UTM Y (m)
IRR_22	832055	1340544
IRR_23	832041	1340204
IRR_24	832040	1339615
IRR_25	829686	1342986
IRR_26	829702	1342602
IRR_27	829688	1342253
IRR_28	829688	1341710
IRR_29	829829	1341324
IRR_30	829978	1340839
IRR_31	830022	1340458
IRR_32	830253	1340173
IRR_33	830211	1339600

Figura 3-6 Implantación planta del Parque Eólico Irripa



#### 3.2.2.1.2. Red vial

El objetivo de la red de viales es la de proporcionar un acceso hasta cada aerogenerador, minimizando las afecciones de los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en



los casos imprescindibles, de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

En el diseño de la red de viales, se contempla la construcción de nuevos caminos y la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios, tanto para la fase de construcción como para la de explotación del parque.

Todos los viales tienen que cumplir unas especificaciones mínimas marcadas por el fabricante del aerogenerador, impuestas por las limitaciones presentadas por el transporte pesado requerido para las diferentes partes que componen el aerogenerador y por la necesidad de que los viales y las plataformas cuenten con la misma cota y pendiente a lo largo de la longitud de la plataforma. Dichas especificaciones son las siguientes:

- Ancho del vial (1): 13 m
- Radio de curvatura (2):  $\geq 35$  m
- Pendientes máximas en viales de firme de zahorra (3): 6 %
- Espesor del firme en vial en tierras: Capa de zahorra de 0,30 m compactada al 98% del Proctor Modificado.
- Desbroce/Descapote: 20 cm
- Capacidad portante mínima: 2 Kg/cm<sup>2</sup>.

(1) La anchura de vial óptima es la indicada y que permite el desplazamiento de la grúa principal de montaje sin necesidad de desmontarla (esto produciría mayores tiempos de trabajo durante la construcción y mantenimientos del parque). En el caso de existir alguna restricción en el ancho de parte o algún vial la anchura mínima sería de 6 metros.

(2) Deberán establecerse para cada curva en función del terreno, puesto que es necesario el análisis tanto del radio de las curvas como de su pendiente.

(3) En las vías entre turbinas la pendiente máxima no sobrepasara el 6%. Si existen restricciones para la construcción de caminos con la pendiente máxima requerida, existe la opción de desmontar la grúa principal y transportarla por caminos con pendientes hasta el 14% o mayores si se asfalta el vial.

Para acceder a cada aerogenerador y a la subestación se han diseñado 18.169 m de viales. Para el trazado de los viales se ha considerado en la mayor medida posible utilizar o modificar trochas o caminos existentes, adicionalmente se han evitado elementos existentes como rancherías o jagüeyes y siempre minimizando la menor afección a la masa vegetal.

Quedan pues definidos 7 viales interiores (tramos), que se describen y representan a continuación:

- **Tramo 1:** Este ramal parte de la turbina 1 y a lo largo de 4.062 m llega hasta el aerogenerador 12.
- **Tramo 2:** Este ramal parte de la turbina 13 hasta el aerogenerador 15, finalmente termina con la unión con el tramo 7. Tiene una longitud total de 1.426 metros.

- **Tramo 3:** Este ramal parte de la turbina 16 hasta la 18, llegando al tramo 4 a lo largo de 2.114 metros.
- **Tramo 4:** Este ramal une a las turbinas 20 hasta la 24 con el tramo 7 con una longitud total de 2.151m.
- **Tramo 5:** Este ramal une a las turbinas de la 25 hasta la 33 con el Tramo 6 por 3.726m de longitud total.
- **Tramo 6:** Este ramal sirve de unión del Tramo 5 al tramo 3 durante 1.992 metros.
- **Tramo 7:** Este ramal discurre por un total de 2.128 metros uniendo el aerogenerador 19 con el tramo 1 y tramo 3.

Adicionalmente a los 17.599 metros que forman el total de los 7 tramos hay que sumar 570 metros de vía adicional que corresponde a cambios de giro, sobre anchos y pequeños tramos de acceso a algunas turbinas.

Del total de los 18.169 metros de vías internas, un total de 1.293 metros corresponden a acondicionamientos de vías existentes. Los tramos por acondicionar corresponden a 525 metros del Tramo 6 y 768 metros del tramo 5.

El área del parque eólico Irripa se caracteriza por una superficie relativamente plana con terreno duro y rocoso, la cual favorece la ejecución de este tipo de caminos.

Donde se encuentre arena o material suelto, dicho material será removido y se rellenará con grava (roca fracturada) compactada con un rodillo (cilindro). La vía tendrá una vida de diseño de 20 años y una carga de diseño que permita el transporte de todos los componentes, el peso máximo a transportar corresponde a la góndola de aproximadamente 120 Toneladas.

Durante los periodos de lluvia, las vías se pueden deteriorar por la escorrentía del agua, razón por la cual las vías tendrán una cuneta lateral para drenar el exceso de agua y pendiente cruzada (bombeo a ambos lados) de al menos el 2,5% hacia la cuneta de drenaje, las cuales irán paralelas a la vía principal, cerca del hombro de esta.

Figura 3-7 Vía tipo de un parque eólico



#### 3.2.2.1.3. Alcantarillas

Debido a concentraciones de lluvia relativamente altas en periodos de tiempo cortos, lo cual es típico de esta región de La Guajira, será necesario construir alcantarillas que permitan el drenaje libre del agua después de fuertes aguaceros, protegiendo así la superficie de las vías y la erosión hídrica de las zonas aledañas. Las medidas exactas de las alcantarillas serán determinadas en detalle durante el diseño final. Típicamente, estas alcantarillas consisten en conductos de acero estriado con diámetros dependiendo de la intensidad de drenaje esperado.

Un buen drenaje es el secreto para la buena conservación de todo tipo de vías. Es fundamental asegurar que los drenajes laterales son más profundos que la base de las vías para impedir la inundación de esta. La pendiente lateral de la vía permite evacuar el agua de la superficie sin erosionar la base del camino.

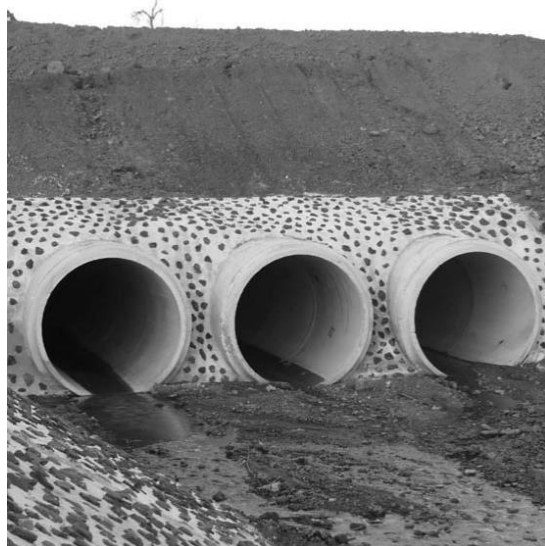
En total se contemplan utilizar 13 alcantarillas, que corresponden al paso de arroyos por las vías previstas en el proyecto.

Tabla 3-4 N.º de alcantarillas por tramos de viales

	COORDENADAS UTM WGS84 HUSO 18P	
	UMT X (m)	UTM Y (m)
Posición	ALCANTARRILLA TIPO TUNEL	
1	829938	1340715
	ALCANTARRILLA TUBO DE CONCRETO (D=1.40m)	
2	830012	1341038
3	832008	1341023
	ALCANTARRILLA TUBO DE CONCRETO (D=1.00m)	
4	829704	1341777

	COORDENADAS UTM WGS84 HUSO 18P	
Posición	UMT X (m)	UTM Y (m)
5	829927	1341217
6	830835	1341826
7	831548	1342472
8	831917	1340736
9	832012	1339686
10	833918	1340611
11	833939	1339958
12	832801	1341664
13	832670	1341588

Figura 3-8 Alcantarilla tipo



#### 3.2.2.1.4. Plataformas

Las plataformas o áreas de maniobra son pequeñas explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores, que permiten mejorar el acceso para realizar la excavación de la fundación, así como los procesos de descarga y ensamblaje y el estacionamiento de las grúas para posteriores izados de los diferentes elementos que componen el aerogenerador. Se preparan según especificaciones técnicas indicadas por el fabricante de los aerogeneradores.

Se considerará un tipo de plataforma de dimensiones 45 x 55 m, para todos los aerogeneradores, anexa a esta área se establece una zona temporal para el acopio de las palas. Adicionalmente, se dispondrá de una explanación para la ubicación de la maquinaria utilizada en el izado de colocación de la nacelle.

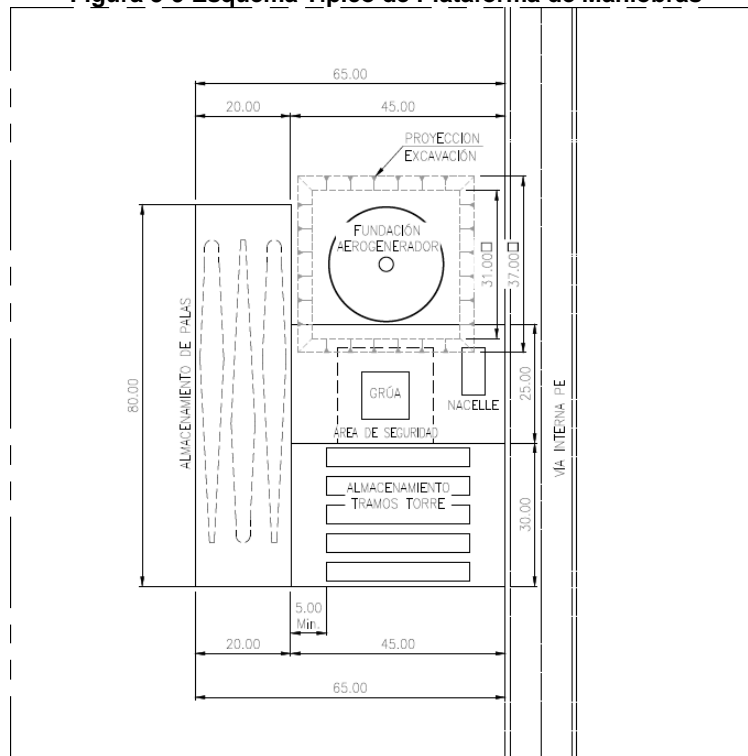
En la zona de acopio de palas se realizará una nivelación y compactación, mientras que en el resto de la plataforma se llevará a cabo una nivelación inferior al 1% con un alto grado de compactación.

La explanación del camino y las plataformas constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del terreno en su estado natural. En todas las plataformas se colocarán 25 cm de material granular, compactado al 98% del P.M.

Las características de las plataformas son las siguientes:

- Pendiente máxima: 1 % transversal
- Firme: 25 cm de material granular
- Desbroce: 15 cm
- Capacidad portante: 2.0 Kg/cm<sup>2</sup>

**Figura 3-9 Esquema Típico de Plataforma de Maniobras**



#### 3.2.2.1.5. Fundaciones

La fundación de los aerogeneradores se realizará mediante una zapata de concreto armado con la geometría, dimensiones y armado según las recomendaciones del fabricante de aerogeneradores y estudio geotécnicos del terreno.

La fundación tipo del aerogenerador se compone de una zapata circular de diámetro circunscrito de 25 m aproximadamente, con la estructura de amarre de la torre embebida en el centro. Todo el conjunto es de concreto armado.

El acceso de los cables al interior de la torre se realiza a través de unos tubos de PVC embebidos en la peana de concreto.

Una vez hecha la excavación para la cimentación con las dimensiones adecuadas a una profundidad aproximada de 3,00 m, se procederá al vertido de una solera de concreto de limpieza, en un espesor mínimo de 0,10 m, se dispondrá el acero y se nivelará la virola (anillo de acero de anclaje).

El volumen total de concreto para una fundación es aproximadamente 1.145 m<sup>3</sup> (Incluyendo el concreto de limpieza). En total, se requerirán para todo el Parque Eólico aproximadamente 37.785 m<sup>3</sup> de concreto y 3.400 Tn de acero de refuerzo. Se excavarán aproximadamente por concepto de fundaciones cerca de 127.050 m<sup>3</sup>, se rellenará aproximadamente 89.265 m<sup>3</sup> y el material sobrante que es del orden de 31.850 m<sup>3</sup> será clasificado y utilizado en la construcción de plataformas, viales o rellenos en área de campamentos.

La superficie por encima y que rodea a la cimentación y los contornos de esta se rellenarán con material seleccionado procedente de la excavación o de prestado.

**Figura 3-10 Ejecución fundación tipo de aerogenerador**



#### 3.2.2.1.6. Zanjas

Las canalizaciones se han dispuesto procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables a tender.

Así mismo, se ha diseñado su trazado a lo largo de los viales internos que unen a los aerogeneradores, intentando minimizar el número de cruces de los caminos de servicio y a



su vez la mínima afección al medio ambiente y a las rancherías existentes por la que trascurren, maximizando el uso de terrenos. Todos los cables serán colocados bajo tierra en zanjas de 1 m de profundidad y ancho máximo de 1,4 m. Los cables serán cubiertos por una capa de bentonita de aproximadamente 30 cm, antes de rellenar las zanjas. La bentonita es para asegurar la impermeabilidad en las zanjas, ya que, de otro modo, el agua podría recolectarse en las zanjas.

La longitud total estimada de zanjas será de aproximadamente 24,7 kilómetros y seguirán de forma paralela la ruta de las vías. Los cables de voltaje medio que vienen de las turbinas alimentarán a la Subestación prevista en mitad del parque. Los cables utilizados para este tipo de instalaciones son especialmente diseñados y fabricados para resistir condiciones extremas de humedad y resistencia al corte, además de contar con el aislamiento eléctrico adecuado para descansar directamente en tierra. En total serán excavados aproximadamente 25.430 m<sup>3</sup> de material, que será utilizado para rellenar de nuevo las zanjas, el que sobre será utilizado en la fundación de las turbinas.

**Figura 3-11 Zanja tipo**



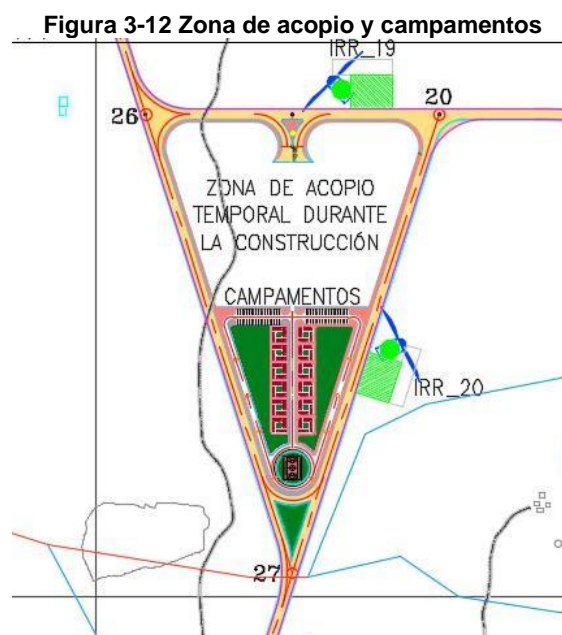
#### 3.2.2.1.7. Zonas de almacenamiento y temporales

Adicionalmente se describen las zonas temporales que se utilizarán exclusivamente durante el proceso de construcción del Parque Eólico Irripa. Adicionalmente a la zona de acopio de palas (aprox. 5,3 hectáreas) descrita en el apartado de Plataforma se consideran dentro de este proyecto las siguientes zonas temporales:

- Zona de Acopio/Almacenamiento: Esta zona se utiliza durante la construcción para el acopio de componentes, maquinaria entre otros.
- Zona de Campamentos: Anexo a la zona de Acopio y Almacenamiento. Esta zona está formada por contenedores habitacionales para la estancia de personal durante la obra.

También se ubicarán las unidades de oficina, las cuales estarán conformadas por contenedores, que serán retirados del Parque una vez culminen las obras. El agua necesaria para el funcionamiento adecuado de dichas instalaciones será traída por carrotanques desde el municipio de Uribia o Manaure (de acuerdo con su disponibilidad) y se almacenará en un tanque elevado por una estructura temporal, la energía eléctrica necesaria será generada mediante el empleo de plantas eléctricas a ACPM.

Estas dos zonas que son anexas tal y como se puede ver en la siguiente imagen suman un área total de aprox. 10,4 hectáreas. No está prevista para esta zona el movimiento de tierras, exceptuando los que fueran requeridos para evitar desniveles considerables. En todo caso, la selección de la zona atiende a ser una zona con escasa presencia de vegetación y desniveles que evite movimientos de tierra apreciables.



Se considera también una ocupación temporal ubicada en la entrada del Parque Eólico correspondiente a la ubicación de una Planta de Concreto con una ocupación estimada que ronda las 1 hectáreas.

Para el concreto necesario, se instalará esta planta de mezcla de concreto portátil. El agua, el cemento, arena y la grava serán transportados por el proveedor de concreto desde los puntos de tomas de agua y canteras, debidamente autorizado por la entidad correspondiente hasta el punto de operación de dicha planta, igualmente, el acero de refuerzo y la madera necesaria para las formaleas de concreto serán almacenados en la zona habilitada para tal fin.

La demanda de agua, para el proceso constructivo será suplida mediante transporte al sitio por carrotanques desde el municipio de Uribia y/o Manaure, por lo que no se prevé la necesidad inicialmente de solicitar permisos de captación para este recurso de fuentes de agua naturales.

### 3.2.2.2. Infraestructura eléctrica

La infraestructura eléctrica es otra de las fundamentales en la construcción del Parque Eólico, ya que esta servirá de comunicaciones y de evacuación de la energía que se produzca.

#### 3.2.2.2.1. Características generales de la red

La red subterránea de media tensión se encargará de la evacuación de la energía generada por cada uno de los aerogeneradores hasta la subestación eléctrica del Parque Eólico Irripa (se me mencionó anteriormente que la Subestación formará parte de otro proyecto).

La red consistirá en 7 circuitos subterráneos. Cada uno de los circuitos evacuará la energía generada por un número de aerogeneradores, tal y como se indica en el cuadro siguiente, realizando entrada y salida en las celdas de línea situadas en el interior de cada uno de ellos.

**Tabla 3-5 Características generales de la red eléctrica**

CUADRO DE CIRCUITOS Y CABLES SELECCIONADOS POR ESTRUCTURA							
NUMERO DE CIRCUITO	NUMERO DE ESTRUCTURAS	SELECCIÓN FINAL DE CALIBRES					
		1/0	4/0	250 KCMIL	350 KCMIL	500 KCMIL	750 KCMIL
Nº1	IRR_25	X					
	IRR_26	X					
	IRR_27		X				
	IRR_28				X		
Nº2	IRR_29				X		
	IRR_30				X		
	IRR_31		X				
	IRR_32	X					
	IRR_33	X					
Nº3	IRR_16	X					
	IRR_17	X					
	IRR_18		X				
Nº4	IRR_20					X	
	IRR_21				X		
	IRR_22		X				
	IRR_23	X					
	IRR_24	X					
	IRR_06					X	X
	IRR_07					X	X
	IRR_08				X		

CUADRO DE CIRCUITOS Y CABLES SELECCIONADOS POR ESTRUCTURA							
NUMERO DE CIRCUITO	NUMERO DE ESTRUCTURAS	SELECCIÓN FINAL DE CALIBRES					
		1/0	4/0	250 KCMIL	350 KCMIL	500 KCMIL	750 KCMIL
N°5	IRR_09			X			
	IRR_10		X				
	IRR_11	X					
	IRR_12	X					
N°6	IRR_01	X					
	IRR_02	X					
	IRR_03		X				
	IRR_04			X			
	IRR_05				X		
N°7	IRR_13	X					
	IRR_14	X					
	IRR_15		X				
	IRR_19				X		

La red subterránea objeto de este Proyecto, presentará como características principales:

- Tensión nominal: 34,5 kV
- Frecuencia: 60 Hz
- N.º de circuitos: 7
- Profundidad instalación: 1 m

#### 3.2.2.2.2. Cable subterráneo de fase

Para la elección del cable subterráneo se han tomado en cuenta los siguientes factores:

- Tensión nominal de la red, tensión más elevada y régimen de explotación.
- Potencia a transportar en las condiciones de la instalación.
- Intensidad de cortocircuito entre fases y entre fase y tierra, así como su duración.

Los cables estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalan o la producida por corrientes erráticas y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos.

**Figura 3-13 Instalación de cables de media tensión y fase subterráneos**

#### 3.2.2.2.3. Puesta a tierra de la instalación

En base a las recomendaciones sobre instalación general de puesta a tierra dadas por el fabricante de los aerogeneradores, se adopta como solución la de realizar un tendido general, discurriendo por las zanjas de los cables eléctricos, con un sistema de puesta a tierra único para la totalidad del Parque Eólico, incluyendo la red subterránea de 34,5 kV.

Se utilizará conductor desnudo de cobre, de 50 mm<sup>2</sup> de sección y las picas necesarias de acero cobreado hincadas en el fondo de las zanjas, de tal manera que la resistencia de tierra global no sea superior a 2.

Cada aerogenerador dispondrá de una instalación de tierra de cable de Cu desnudo de 95 mm<sup>2</sup>. Las conexiones se realizarán con soldaduras aluminotermias.

La malla individual de cada aerogenerador y la instalación de la torre anemométrica se unirá a la red de tierras general del parque. Asimismo, dos terminaciones de la malla individual se introducirán en la torre a fin de facilitar la conexión a tierra de las masas del aerogenerador. Una de dichas terminaciones se conectará directamente al fuste y la otra se conectará al terminal de tierra del cuadro de baja tensión.

#### 3.2.2.2.1. Red de comunicaciones

Con el fin de realizar las tareas de monitorización y control del Parque Eólico se instalará una red de comunicaciones que usará como soporte un cable de fibra óptica.

La red de fibra óptica unirá todos los aerogeneradores y la torre anemométrica con el centro de control situado en el edificio de la subestación del Parque Eólico Irripa.

El cable de fibra óptica se tenderá en las mismas zanjas dispuestas para la evacuación de la energía eléctrica a una profundidad aproximada de 80 cm, discurriendo por el interior de un tritubo de polietileno de alta densidad. Se deberá mantener al menos uno de los tubos vacíos en previsión de una posible sustitución de un cable averiado.

### 3.2.2.3. Transporte, instalación y logística

El total de elementos a ser importados para la construcción del Parque Eólico Irraipa es considerable, dada la inexistencia de fábricas de aerogeneradores en Colombia. Por ello, se requiere de la nacionalización, importación y transporte marítimo de todos los componentes que forman parte los aerogeneradores.

Los elementos serán transportados desde fábrica por barco y entregados en Puerto Bolívar, para lo cual se tramitarán los respectivos permisos ante Carbones del Cerrejón, propietario del puerto, localizado aproximadamente a 25 Km del sitio del Proyecto.

Desde Puerto Bolívar hasta la desviación hacia el Parque Eólico existen aproximadamente 15 Km (Vía existente Puerto Bolívar-Uribia), hasta ese punto la vía tiene buenas especificaciones y se encuentra en buen estado, después de este punto y hasta la vía que conduce a Irraipa esta debe ser adecuada teniendo en cuenta los pesos y dimensiones de la carga a transportar, de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante de aerogeneradores.

Una vez las piezas lleguen en buque a Puerto Bolívar, serán descargadas por el mismo buque, la grúa del buque deberá tener una capacidad de por lo menos 120 toneladas. Se utilizará una zona de acopio dentro de las mismas instalaciones de Puerto Bolívar que permitan la rápida descarga de los elementos del buque.

Además de los equipos específicos que forman parte de los aerogeneradores, son necesarios equipos de elevación especial para cargar y descargar las partes, especialmente para levantar las góndolas –o nacelle-, y que requiere de grúa de gran tonelaje y que a la fecha no está disponible en Colombia. Por lo que está prevista la importación temporal también de estos elementos por Puerto Bolívar.

El proceso total de elementos en transporte marítimo está previsto se produzca en más de un envío y se hará de forma programada de cara garantizar los menores tiempo de uso del Puerto. El número total de buques a utilizar dependerá del contratista final.

Una vez se disponga de los primeros elementos en la zona de acopio del Puerto se empezará con el transporte terrestre para llevar los elementos de cada aerogenerador a la plataforma de cada uno de ellos. Para ellos se cuenta con camiones de transporte pesado y grúas.

Se debe tener en cuenta que la vía en el tramo comprendido entre Puerto Bolívar y el desvío a Irraipa tiene buenas especificaciones y por ella transita carga pesada de y hacia Puerto Bolívar desde Uribia, por lo cual sobre esta vía no se harán adecuaciones.

El tramo desde el desvío hasta Irraipa formará parte de otro proyecto que se presentará a la Autoridad Ambiental en el momento de tener los diseños de la Línea de Alta Tensión Aérea y que depende de la resolución UPME del punto de conexión al STN.

A continuación, se describen los diferentes elementos a transportar:



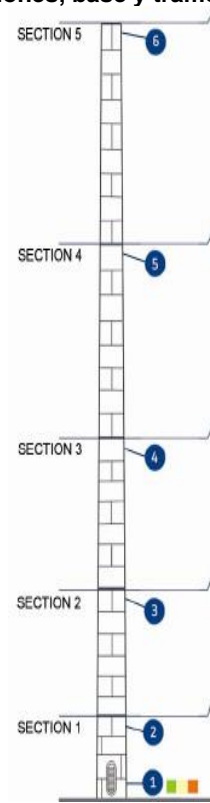
## 3.2.2.3.1. Base y torre

- El transporte de la base de la torre y torre se realizará en tramos.
- Los tramos de la torre son en acero, aunque puede existir la opción que sea en hormigón.

Tabla 3-6 Características generales de la base y torre de un aerogenerador.

Secciones	
N.º tramos (no incluye base)	5-7
Base	
Sección mayor (base)	7 metros
Longitud	3
Peso	Aprox. 25 Toneladas
Tipo material	Hierro/Acero (opción hormigón)
Tramos	
Sección menor	Aprox. 2.8 metros
Peso	Aprox. 60 Toneladas
Longitud	Aprox. 23 metros
Tipo material	Acero/Hormigón (opción)

**Figura 3-14 Descripción de secciones, base y tramos de una torre de aerogenerador.**



**Foto 3-1 Transporte tramo de torre.**



Foto 3-2 Instalación tramo torre.



#### 3.2.2.3.2. Nacelle y buje

La nacelle está constituida por el edificio donde se alojan todos los principales equipos de funcionamiento y transformación de la energía del viento en eléctrica, así como toda la electrónica de potencia, seguridad, balizamiento y multiplicadora.

El buje es el componente donde se acoplarán las 3 palas y que sirve de elemento de transmisión de la energía cinética del viento en rotación al eje principal y posteriormente al generador mediante la multiplicadora.

**Tabla 3-7 Características generales del nacelle y buje de un aerogenerador.**

	<b>Nacelle</b>	<b>Buje</b>
Peso Aprox. (Ton.)	120	40
Altura Aprox. (m)	5	5
Largo Aprox. (m)	12	5
Ancho Aprox. (m)	7.5	5

**Foto 3-3 Instalación nacelle.**

#### 4.7.3. Palas

El elemento en este caso se trata de 3 palas cuya instalación se realiza con el buje en tierra, para ser posteriormente instalado tanto el buje y palas como se puede ver en las siguientes imágenes:

**Foto 3-4 Transporte de pala.**

Foto 3-5 Montaje de Buje + Palas Transporte de pala.



Tabla 3-8 Características de las palas.

CARACTERÍSTICAS PALAS	
<b>LONG. (m)</b>	66 (opción hasta 75)
<b>PESO (Ton.)</b>	15 (opción hasta 20)
<b>ANCHO MAX. (unión con el buje) (m)</b>	5
<b>Material</b>	Fibra de vidrio-epoxi y/o fibra de carbono

### 3.2.3. Cantidades y movimientos de materiales

Se muestra a continuación, tabla con los valores de excavación y movimientos de tierras estimados para la ejecución del Parque Eólico Irripa:

Tabla 3-9 Valores de excavación y movimientos de tierras estimados en la ejecución del P. E. Irripa.

Elemento	Cantidad	Unidad
<b>Envolvente Área del Proyecto</b>	Superficie	hectáreas
	<b>2.592</b>	
<b>Área efectiva del parque (No incluye zonas temporales / Incluida zonas temporales)</b>	Superficie	hectáreas
	<b>40,6 / 56,3</b>	
<b>Porcentaje de ocupación real (No incluye zonas temporales / Incluida zonas temporales)</b>	<b>1,57% / 2,17%</b>	
	Excavación	m <sup>3</sup>
	127.050	

Elemento	Cantidad	Unidad
Fundaciones	Superficie	m <sup>2</sup>
	45.177	
Vías internas	Excavación	m <sup>3</sup>
	122.600	
	Superficie	m <sup>2</sup>
	245.698	
Plataformas	Excavación	m <sup>3</sup>
	28.335	
	Superficie	m <sup>2</sup>
	74.195	
Zanjas y Canalizaciones	Excavación	m <sup>3</sup>
	25.430	
	Superficie	m <sup>2</sup>
	40.630	
Zonas temporales (incluye acopio palas, almacenamientos y planta de concreto)	Superficie	m <sup>2</sup>
	156.855	
Cobertura vegetal por remover	Superficie	hectáreas
	31,9	
Superficie total por remover (no incluye zonas temporales)	Superficie	hectáreas
	40,6	
Volumen total por remover (no incluye zonas temporales)	Superficie	m <sup>3</sup>
	303.415	
Superficie total por remover (incluye zonas temporales)	Superficie	hectáreas
	56,3	

Debido a la ubicación del Proyecto relativamente lejos de los grandes centros de producción y comercialización de materiales de construcción tales como cemento y acero estos serán transportados por carretera desde Riohacha, Maicao, Santa Marta o Barranquilla.

Para la fabricación del concreto, se instalará una planta portátil de mezcla de concreto. El agua, el cemento, arena y la grava serán transportados al lugar desde distancias de 100 Km aproximadamente, igualmente, el acero reforzado y la madera.

El equipo de construcción consiste básicamente en palas, niveladoras, excavadoras y grúas. Más adelante se describe con más detalle el proceso de instalación y ejecución del proyecto.



La demanda de agua, para el proceso constructivo será suplida mediante transporte al sitio por carrotanque desde el municipio de Uribia y/o Manaure, por lo que no se prevé la necesidad inicialmente de solicitar permisos de captación para este recurso de fuentes de agua naturales.

**Tabla 3-10 Valores de elementos y materiales requeridos para la ejecución del Parque Eólico Irripa.**

Elemento	Cantidad	Unidad
<b>Número de aerogeneradores</b>	-	-
	<b>33</b>	
<b>Diámetro de las palas</b>	Longitud	metros
	<b>110-150</b>	
<b>Altura de buje de los aerogeneradores</b>	Altura	m
	<b>84-135</b>	
<b>Área total de ocupación efectiva del parque</b>	Superficie	hectáreas
	<b>40,6</b>	
<b>Volumen total de concreto</b>	Volumen	m <sup>3</sup>
	<b>37.785</b>	
<b>Cantidad total de concreto</b>	Peso	Tn
	<b>92.573</b>	
<b>Número de alcantarillas</b>	-	-
	<b>13</b>	
<b>Material granular</b>	Superficie	m <sup>2</sup>
	<b>83.700</b>	

#### 3.2.4. Insumos del Proyecto

Para la ejecución de la obra son requeridos insumos para la preparación de concreto, combustibles para equipos de motor mecánico, además del consumo básico de agua potable para el personal.

Los elementos requeridos como insumos para obras son:

- Agua para mezclado de concreto.
- Madera de encofrado o encofrados metálicos.
- Agregados.
- Cemento.
- Acero de refuerzo.
- Agua para consumo humano.
- Agua para humectación de vías
- Agua para lavado de maquinaria
- Suministro eléctrico.
- Sustancias peligrosas.

Para la construcción del proyecto no se requerirá del uso de fuentes hídricas superficiales y subterráneas. El agua potable para consumo humano del proyecto se suministrará por medio de botellones para los frentes de obra, mientras que para el campamento y oficinas se tendrá suministro por carrotanque y botellones de agua potable de proveedores autorizados.

El agua para uso industrial requerida para la preparación de concreto necesario para la fundación de los aerogeneradores será adquirida y transportada en camiones cisterna por proveedores con permisos ambientales vigentes, cumpliendo con las exigencias de uso de sistemas a nivel regional del Caribe.

También se contempla, como medida de manejo ambiental para la mitigación de emisiones de material particulado, la humectación de las vías que serán utilizadas por el proyecto para el transporte de personal, maquinaria y acarreo de materiales. El agua utilizada para esta actividad será suministrada de proveedores autorizados o desarrollos de suministro que cuenten con los permisos de venta de agua para uso industrial y será transportada al área del proyecto mediante carros cisterna. Esta actividad solo se ejecutará en la fase constructiva y en la fase de abandono y desmantelamiento, dado el importante flujo de vehículos y maquinaria en esta etapa.

Por otro lado, la construcción requerirá material para agregado de concreto, tales como grava, piedra picada y arena; éstos serán adquiridos directamente con proveedores que cuenten con licencia y planes de manejo ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes.

El cemento será adquirido de fábricas autorizadas y trasladados a la obra por vía terrestre.

Las formaleas para encofrado serán propiedad de los contratistas por lo que no requiere ni refleja consumo de la zona. La misma situación se presenta para el acero de refuerzo.

El suministro de energía se proveerá mediante plantas eléctricas autónomas de combustible Diesel, con sus respectivos equipos de respaldo.

El combustible para las plantas eléctricas y maquinaria, así como lubricantes se obtendrá a través de estaciones de servicio y proveedores autorizados preferiblemente de Uribia.

Las principales obras civiles de construcción del Parque Eólico se relacionan con los movimientos de tierra para la adecuación de áreas de trabajo y fundación (Plataformas), la construcción de las nuevas vías, y las fundaciones de los aerogeneradores. Estas obras involucran los agregados requeridos para la fabricación del concreto y tierra proveniente de préstamo para subbase, y relleno. La cantidad de material proveniente de excavación que se considere apta para su uso en relleno se determinará en obra con base a evaluación física de su constitución, contenido de impurezas y evaluación litológica. Sujeto a confirmación, se considera que el 30% del material de excavación podrá ser reutilizable.

El material proveniente de la excavación será mantenido temporalmente en el sitio de obra para luego llevar el material excedente a zonas de acopio. El material excavado para vías y zanjas será parcialmente utilizado en el sitio de obra. El material restante, o excedente de las labores de excavación y relleno, será llevado a las zonas de acopio prevista en el parque. Las franjas de terreno vegetal se mantendrán almacenadas en forma de tiras para su eventual uso.

Para las sustancias peligrosas se tendrá en el área de campamento temporal un área para almacenamiento de combustibles (ACPM y gasolina) y depósito para sustancias peligrosas. La siguiente tabla muestra el listado de sustancias básicas que se podrán usar para el proyecto y las cantidades estimadas que se mantendrán en almacenamiento. Dichas cantidades y los tipos de productos pueden tener cambios derivados de las necesidades propias de la construcción. Los consumos también dependerán de los requerimientos particulares de obra.

Con relación los tanques de ACPM y gasolina, se tiene previsto ubicarlos en el costado sur del área de campamento, en una zona de fácil acceso a las unidades de transporte, durante la fase de construcción del parque eólico. Los tanques estarán dentro de un dique de contención con una capacidad del 110% del volumen del tanque, esto es 3.300 galones.

La Foto 3-6 y Foto 3-7 muestran una ilustración de los tanques y dique. También es importante señalar que este diseño puede tener ajustes por necesidades constructivas. Asimismo, estos serán desmontados al finalizar la fase de constructiva del proyecto.

**Foto 3-6 Ejemplo de tanque y dique**



Para el transporte de combustibles, se prevé el siguiente esquema:

- El combustible se transportará desde Uribía hasta la zona de campamento
- Para el abastecimiento se prevé utilizar carrotanque con capacidad de 3.000 galones de ACPM y 1000 galones para gasolina.

- Para abastecimiento de la maquinaria y vehículos del proyecto se tiene previsto tanqueo en campamento. En caso de equipos que por su naturaleza no se puedan trasladar a campamento se utilizará una unidad móvil con un isotanque de 1.000 litros (265 galones). Este tendrá recorrido semanal a demanda, durante toda la fase de construcción del parque eólico.

Respecto a las sustancias peligrosas central, se tiene previsto tener un área temporal que tendrá las siguientes características:

- Estará ubicado en la zona de talleres, en el costado oriental. Esto asegura gestión logística en términos de acceso.
- Estará identificado y señalizado de acuerdo con el sistema globalmente armonizado.

En la Foto 3-7, se observa una foto indicativa del área de almacenamiento de sustancias peligrosas, resaltando que los muros serán de 1,8 m de altura y 20 cm de tubo galvanizado hasta la cubierta.

**Foto 3-7 Modelo de área de almacenamiento de sustancias peligrosas**



Finalmente, vale indicar que el diseño final puede tener modificaciones por efecto de necesidades de construcción.

Para la fase de operación solamente se dejará habilitado el cubículo de aceites, para tener un almacenamiento de reserva de 5 tambores de 55 galones. No se almacenará thinner, gases ni otras sustancias químicas.

### **3.2.1. Demanda de recursos naturales**

Según las estimaciones realizadas sobre los recursos naturales que serán necesarios para la construcción del Parque Eólico Irripa son los siguientes:

**Tabla 3-11 Recursos naturales necesarios para la construcción del Parque Eólico.**

<b>Agua (requerida para concreto)</b>	<b>Volumen</b>	<b>m³</b>
	<b>7.557</b>	
<b>Cemento (requerido para concreto)</b>	<b>Peso</b>	<b>Tn</b>
	<b>12.847</b>	
<b>Arena (requerido para concreto)</b>	<b>Volumen</b>	<b>m³</b>
	<b>27.205</b>	
<b>Grava (requerido para concreto)</b>	<b>Volumen</b>	<b>m³</b>
	<b>21.764</b>	

Es importante destacar que todos estos recursos naturales no serán extraídos de la zona de influencia directa ni indirecta del parque, siendo estos procedentes del ámbito regional mediante suministradores locales autorizados.

En cuanto a las fuentes de materiales a utilizar para adecuación de vías y rellenos, se usará el material proveniente de las propias excavaciones de la obra y el resto suministrado por la empresa que resulte ser la contratista. Se intentará utilizar material que se encuentra acopiado en las Comunidades existentes en el proyecto, siendo adquirido a estas, de manera que las beneficiamos doblemente, ya que podrían recuperar estos terrenos para otros usos.

### 3.2.2. Desmantelamiento del Parque

A continuación, se incluye una guía a seguir para el desmantelamiento final del Parque Eólico una vez que culmine su operación comercial. El objetivo es desmontar los equipos de generación y sistemas asociados y restaurar áreas intervenidas para que se integren con los elementos circundantes.

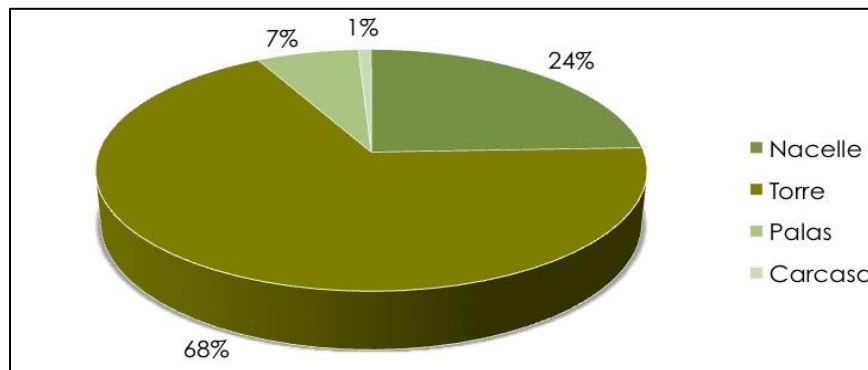
El desmantelamiento de un aerogenerador consiste en la retirada al completo de todos sus componentes, desde las palas hasta las torres. La metodología empleada es similar a las operaciones de montaje, con una secuencia de trabajos inversa, siendo las necesidades de maquinaria similares, pero en mano de obra los requerimientos son menores.

Cada aerogenerador se compone de un elevado número de componentes tanto estructurales como eléctricos y de control. La tipología, forma y materiales de los diferentes componentes es igualmente diversa, siendo fundamentalmente materiales de carácter recuperable en su mayor parte y con un valor añadido considerable, como el acero y otros metales lo que los hace muy atractivos para reciclaje.

El peso de cada aerogenerador estará en torno a las 1.400 toneladas, sin tener en cuenta la base del aerogenerador. De forma relativa, la mayor contribución al peso total del aerogenerador se centra en los apoyos (torre), llegando a acaparar típicamente el 68% del total, seguido por el conjunto de la nacelle por el 24% y el resto del peso se divide entre

otros componentes como palas y Carcasa. Una división Típica de esta composición es la mostrada en la siguiente figura:

**Figura 3-15 Naturaleza del Material de los Aerogeneradores**



Debido al gran desarrollo tecnológico en el sector eólico, actualmente los aerogeneradores incorporan determinados materiales de nuevo desarrollo para los cuales no se tienen, hoy en día, procesos de recuperación comprobados, en específico los materiales con los que se fabrican las palas.

Sin embargo, se tiene en paralelo desarrollos tecnológicos tendientes a lograr la consecución de técnicas de aprovechamiento de estos materiales para incorporarlos a otros procesos de producción. En cualquier caso, todos los materiales serán tratados como residuos y, por lo tanto, recibirán el manejo indicado de acuerdo con la legislación vigente aplicable.

En el caso que se decida la no continuidad de la operación del parque eólico y se tome la decisión de cierre de operación, retiro y abandono se llevará a cabo el proceso de desmantelamiento. Esto incluirá actividades tales como:

- Desmontaje de aerogeneradores
- Demolición de concretos en campamento.
- Desinstalación de redes eléctricas.
- Demolición de concretos en cimentaciones de aerogeneradores.
- Reconformación de suelos en campamentos y plataformas de aerogeneradores.
- Reconformación paisajística.

### 3.2.3. Cronograma

A continuación, se presenta el presupuesto de la Obra estimada. Este cronograma puede sufrir variaciones acordes con la conexión al sistema de transmisión nacional que depende del Grupo Energía Bogotá.

Se estiman los siguientes periodos para cada una de las fases del proyecto:

- Construcción: 1 año.
- Operación: 25 años.
- Desmantelamiento: 1 años.