



## **ANEXO II: MANUALES DE FORMACIÓN: TEMARIO**

*PROYECTO GEF SE4RALL – Energías Renovable*

*Energía Sostenible para Todos: Promoviendo hidroelectricidad a pequeña escala en Bioko y otras soluciones de energías limpias para islas remotas*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELECTRICOS*

### **ANEXOS DEL INFORME SOBRE:**

- ***Realización de un curso de formación destinado para diversos tipos de público objetivo***
- ***Evaluación de la formación y capacitación realizada para estimar el impacto de los efectos sobre los beneficiarios.***
- ***Elaboración de manuales de formación y capacitación impartidas a técnicos***

# ¡CUMPLE SIEMPRE!

## CON LAS CINCO REGLAS DE ORO PARA TRABAJAR SIN TENSION



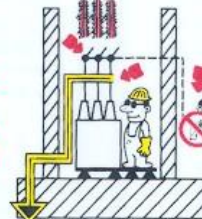
1. Desconectar.



2. Prevenir cualquier posible realimentación.



3. Verificar la ausencia de tensión.



4. Poner a tierra y en cortocircuito.



5. Proteger frente a elementos en tensión y señalar la zona.

*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables*

**CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELECTRICOS**

### **TRABAJO SEGURO EN LA ELECTRICIDAD**

### **PARTE II. LAS 5 REGLAS DE ORO**

Para la ejecución de trabajos de mantenimiento en líneas aéreas desenergizadas de transporte de energía o en cualquier otra instalación eléctrica, es necesario y muy conveniente cumplir una rutina de seguridad conocida popularmente como “las cinco reglas de oro”. El cumplimiento cabal de esta rutina reduce prácticamente a cero la probabilidad de ocurrencia de un accidente por contacto eléctrico.

Estas reglas son:

### 1ª. Desconexión. Corte visible o efectivo:



1. Desconectar.



Por desenergizar se entiende la formalización de las medidas que aseguren que el lugar de trabajo se halle aislado de toda fuente de energía declarada o no. Se logra mediante la apertura de los interruptores, desconectivos y cuchillas que controlan la energía en el circuito o sección del circuito donde se va a efectuar el trabajo.

### 2ª Bloqueo y señalización. Asegurar la desconexión:



2. Prevenir cualquier posible realimentación.



Para asegurar la desconexión, se toman una serie de medidas, encaminadas a garantizar que los equipos manipulados y abiertos no puedan ser cerrados por errores del personal o del propio esquema de control. Estas medidas incluyen entre otras: Instalación de candados en los elementos de mando de los interruptores, extraer los interruptores de las celdas cuando sea posible (en caso de interruptores en celdas metálicas, del tipo extraíble), abrir desconectivos y cuchillas y enclavarlas mecánicamente, cerrar cuchillas de tierra u otros según los esquemas de mando.

### **3ª Comprobar la ausencia de tensión:**



Consiste en verificar en el lugar de trabajo, con los medios apropiados y cumpliendo las normas de seguridad, la ausencia de potencial. Para ello lo más común es el empleo de señalizadores o indicadores de potencial (sonoros, luminosos y otros) los cuales se aproximan al elemento a comprobar mediante pértigas aislantes y respetando la distancia de seguridad establecida por la Compañía.

### **4ª Puesta a tierra y cortocircuito temporal del lugar de trabajo:**





La puesta a tierra temporal del lugar de trabajo se realiza mediante la conexión sólida y firme a tierra del equipo o línea aérea a trabajar, una vez desenergizado, mediante dispositivos adecuados para tal fin, aprobados por la Empresa y en cumplimiento de las normas vigentes para esta actividad. La conexión del equipo de tierra, debe ser realizada justo en el lugar de trabajo y es en definitiva la única de las medidas que brinda protección al operario ante la aparición de potencial accidentalmente, no por errores del personal o del sistema, pues estos se eliminan con las medidas anteriores, sino por causas ajenas como la caída de un rayo sobre la sección de trabajo o cerca de ella etc, lo cual explica la enorme importancia de la instalación correcta y consciente del equipo de tierra, buscando por todos los medios un aterramiento efectivo del lugar de trabajo.

5ta) Señalizar la desconexión:



5. Proteger frente a elementos en tensión y señalar la zona.



Delimitar y señalizar la zona de trabajo

La señalización tiene en si dos tareas de igual importancia; la primera consiste en marcar con tarjetas de aviso los equipos que han sido manipulados para la desconexión, a fin de que por error humano no deban ser cerrados.

La segunda tarea consiste en marcar con elementos visibles los límites del trabajo, y explicar estos claramente al colectivo, a fin de que ningún operario exceda de estos límites durante la jornada de trabajo.



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable*

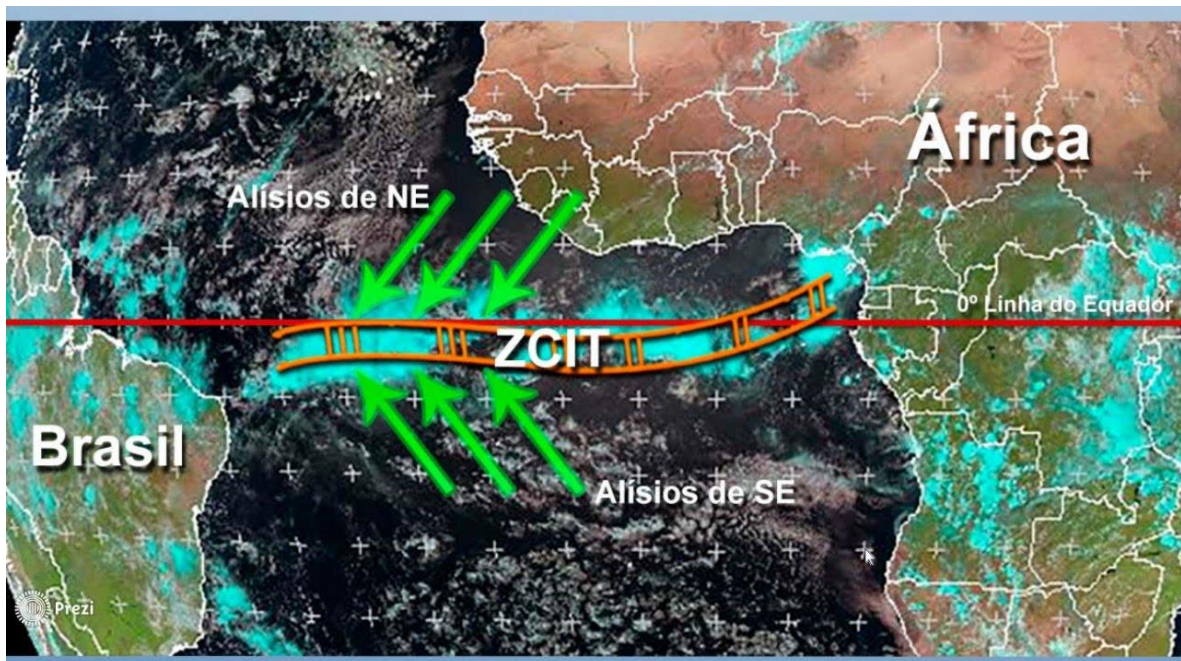
*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELECTRICOS*

**GUINEA ECUATORIAL**  
**EL CLIMA**

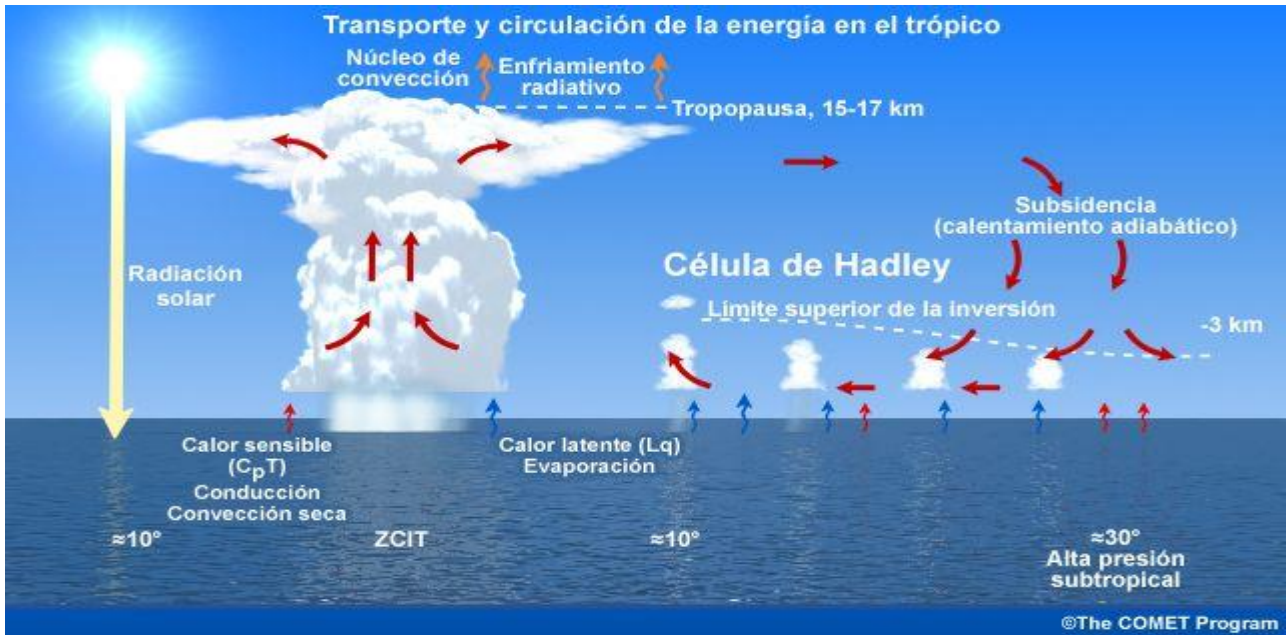
## GUINEA ECUATORIAL. EL CLIMA

Guinea Ecuatorial se encuentra en el sistema climatológico denominado la **Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)**

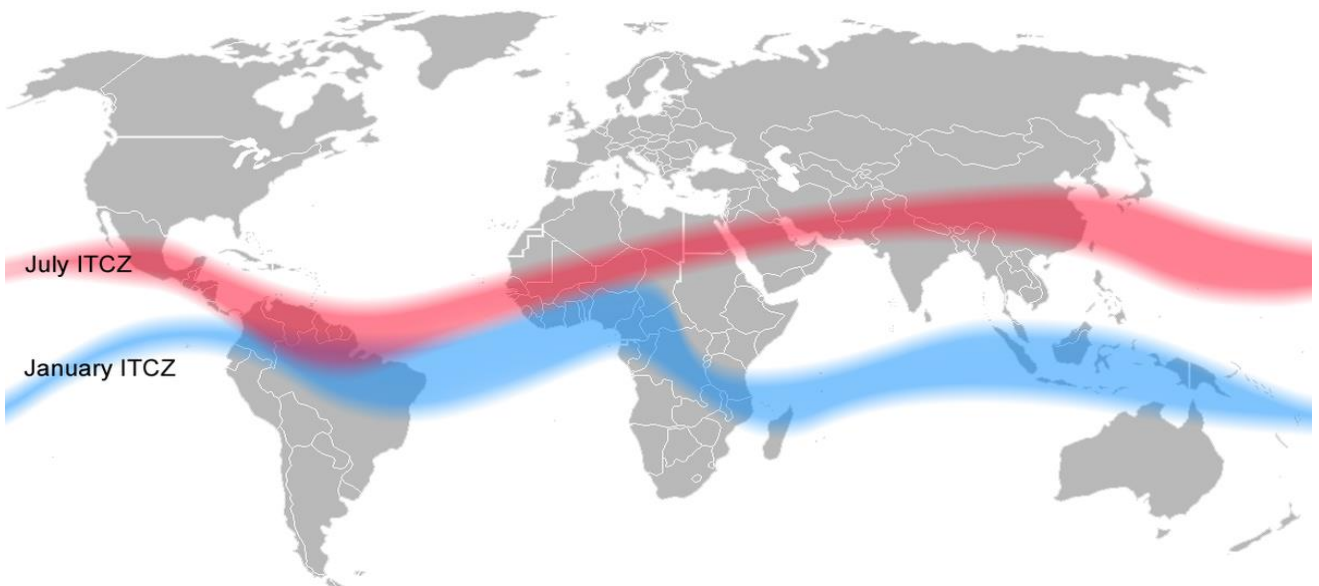
La ZCIT ó ITCZ (Inter Tropical Convergence Zone) es una franja zonal de bajas presiones ubicada en la zona ecuatorial; en ella confluyen los vientos alisios del hemisferio norte (del NE) y del hemisferio sur (SE).



Por efecto de esta convergencia, y debido a las altas temperaturas, el aire húmedo asciende originando abundante nubosidad y fuertes precipitaciones, algunas acompañadas de descargas eléctricas.

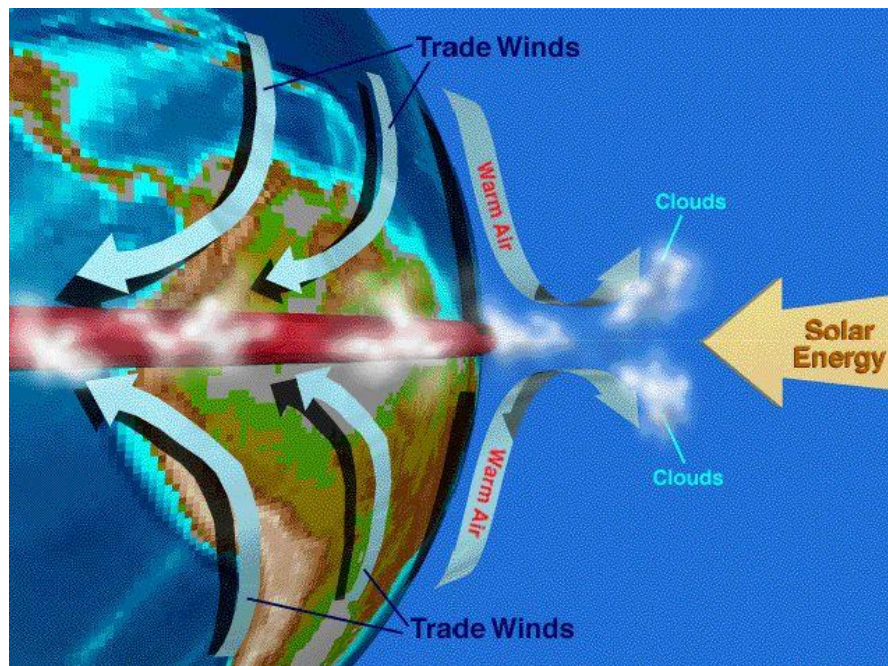
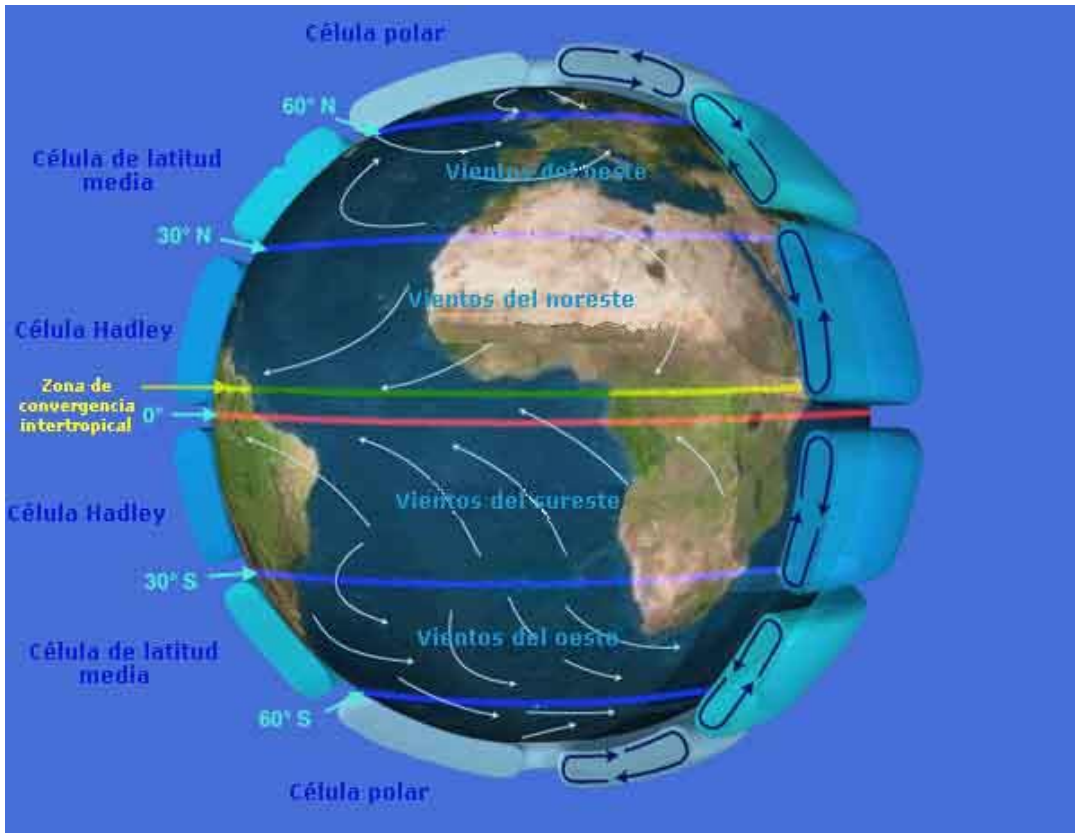


La ITCZ no es uniforme ni continua, se puede interrumpir y su grosor variar de un sitio a otro, también su comportamiento en zonas marítimas y continentales. Esta franja se desplaza estacionalmente, situándose más al norte en verano.



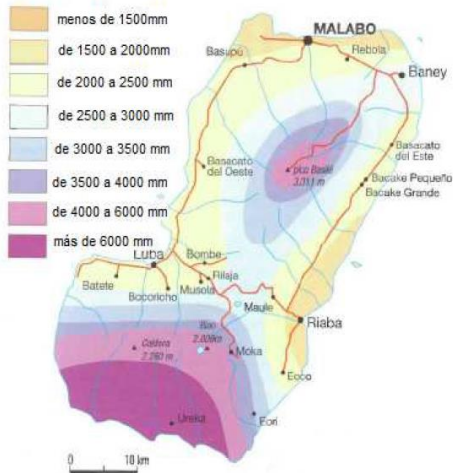
*Situación de la ITCZ en enero y julio*





## Pluviometrias en Guinea Ecuatorial:

Pomedio anual de Lluvia

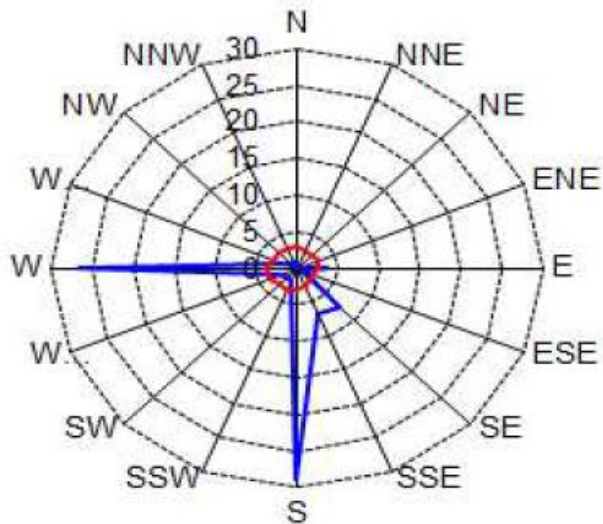


Pluviometro





## Rosa de los Vientos, Bata



— Frecuencia (%)  
— Vel Media (km/h)  
Calmas: 15.1 %

<http://atlaseolico.idae.es/atlas/>





Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).





Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELECTRICOS*

**GUINEA ECUATORIAL. EL TERRITORIO**

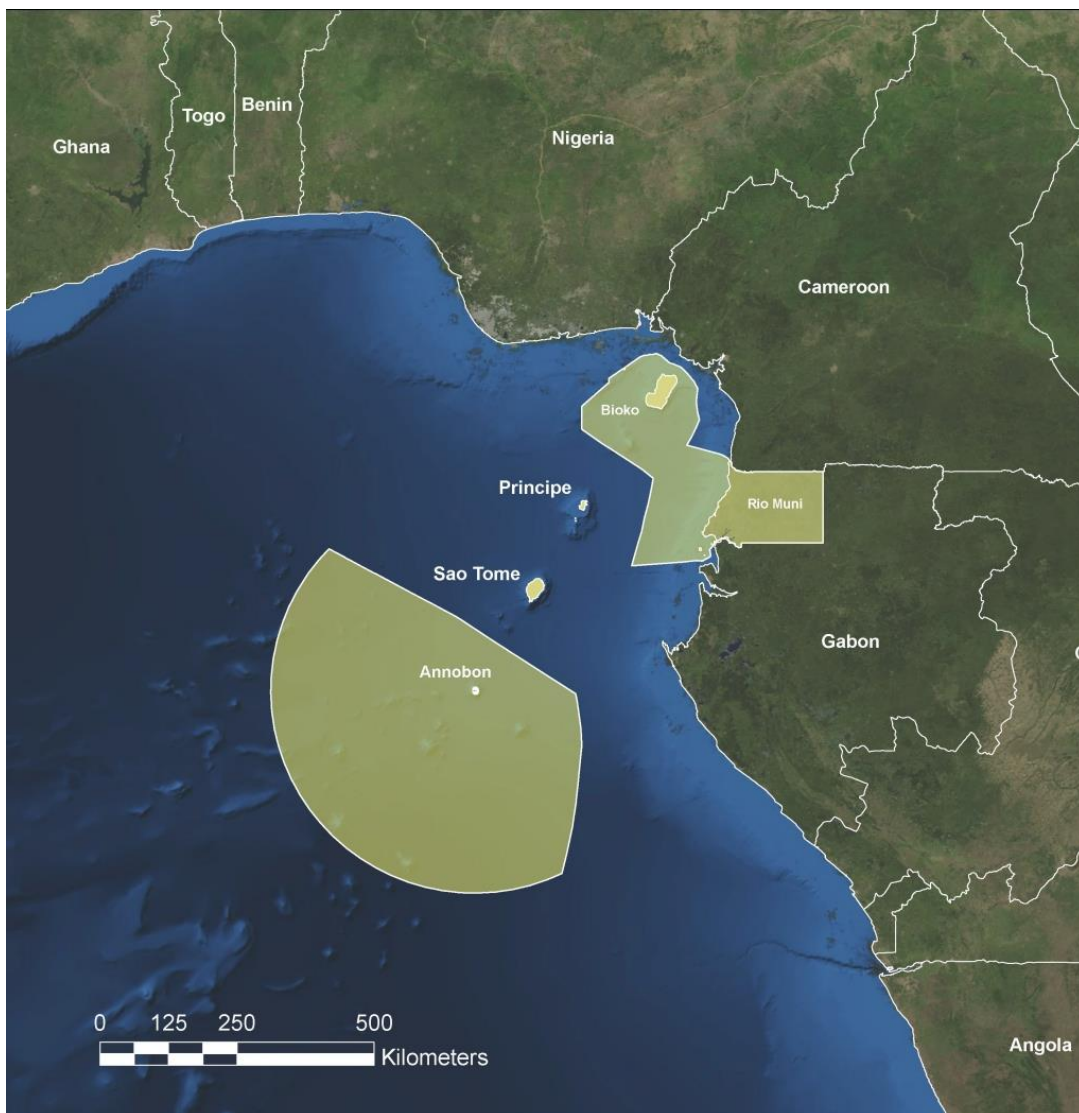
## INTRODUCCIÓN

La República de Guinea Ecuatorial se encuentra situada en el Golfo de Guinea y se organiza en dos divisiones regionales:

- la Región Continental
- la Región Insular.

La Región Continental limita al norte con Camerún, al este y sur con Gabón y al oeste con el Golfo de Guinea. También pertenece a esta zona la isla de Corisco. La capital continental es la ciudad de Bata.

La Región Insular comprende la isla de Bioko, donde se encuentra la capital insular, Malabo y la isla de Annobón.



## SUPERFICIE Y DISTRIBUCIÓN

La superficie terrestre total de Guinea Ecuatorial es de 28.052,46 km<sup>2</sup>, de los que 26.017 km<sup>2</sup> continental y 2.034 km<sup>2</sup> insular km<sup>2</sup> los cuales están distribuidos de la siguiente forma:

Isla de Bioko 2.017 km<sup>2</sup>

- Isla de Annobón 17 km<sup>2</sup>
- Región Continental 26.000 km<sup>2</sup>
- Isla de Corisco 15 km<sup>2</sup>

Línea de costa 296 km

Punto más alto 3.008 m Pico Basilé





El país está dividido administrativamente en ocho provincias:

- Annobón (San Antonio de Palea)
- Bioko Norte (Malabo)
- Bioko Sur (Luba)
- Centro Sur (Evinayong)
- Kie-Ntem (Ebebiyin)
- Litoral (Bata)
- Djibloho (Djibloho)
- Wele-Nzas (Mongomo).



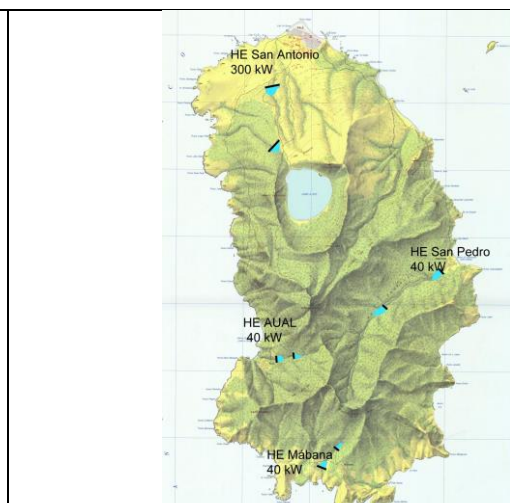
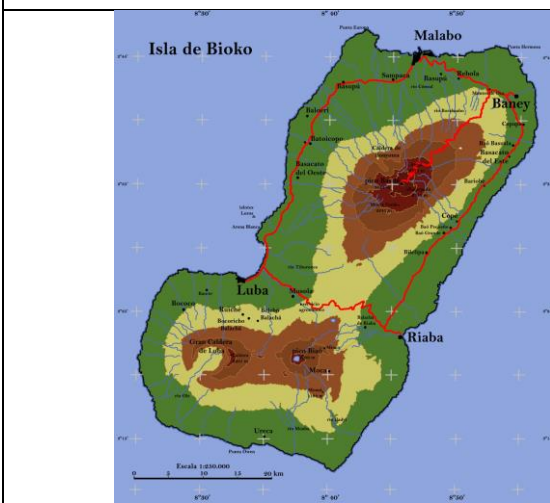
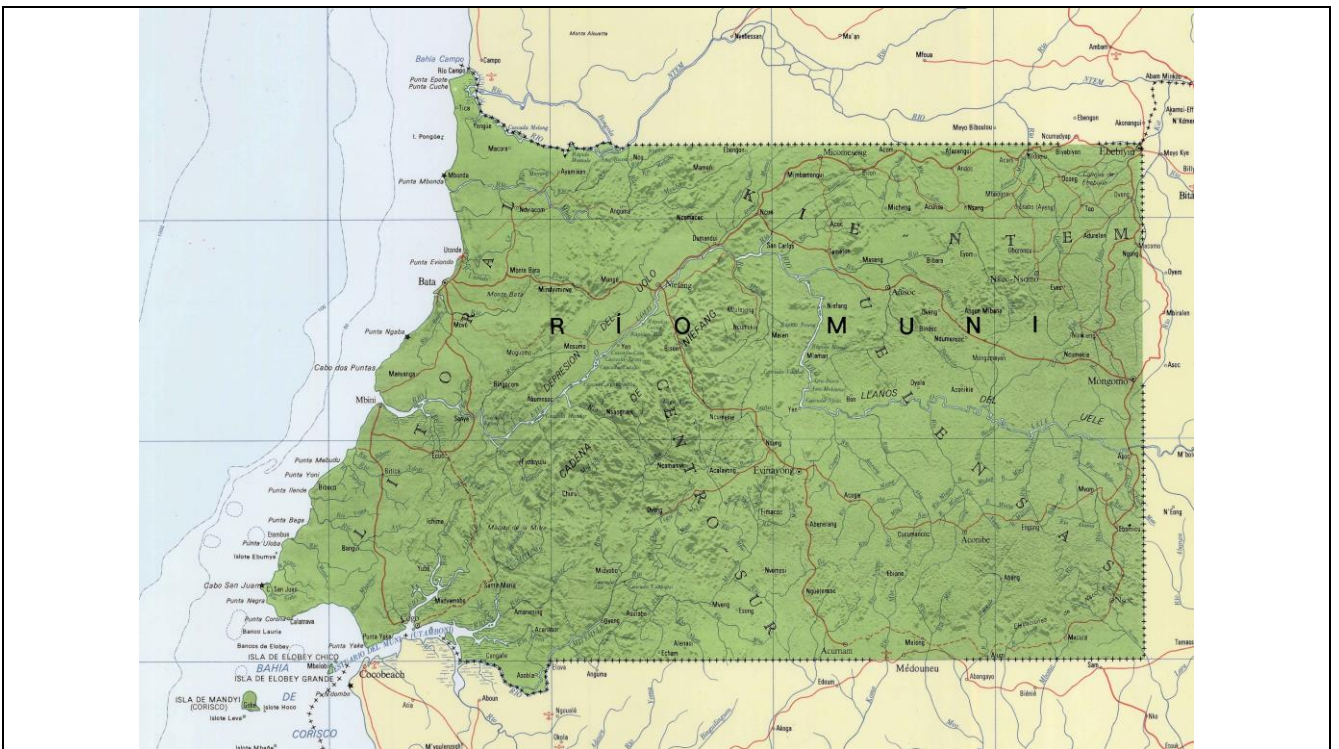
La Región Continental comprende una franja costera llana, que va accidentándose hacia el interior, en donde se encuentra una serie de cadenas montañosas llamadas "de las Siete Montañas". El terreno está suavemente ondulado y cubierto por vegetación selvática. Alrededor del 60% del área pertenece a la cuenca del río Wele ó Mbini (antes llamado Benito).

La isla más importante es Bioko (2.017 km<sup>2</sup>), y está situada al norte de la parte continental, a 40 kilómetros de la costa de Camerún en el golfo de Guinea. La isla, de origen volcánico, es

montañosa y muy boscosa, con una costa escarpada y rocosa (de 195 km). Excelentes puertos en Malabo y Luba. Su altura máxima es el pico Basilé (3.007 metros). La isla cuenta con diversos ríos y lagos que se encuentran en las montañas.

La isla de Annobón (18 km<sup>2</sup>), está situada a unos 640 kilómetros al suroeste de la costa de Gabón y 595 al suroeste de Bioko.

Más del 45% del territorio es forestal (46,2%) y está formado por bosques, en los que destaca su biodiversidad.



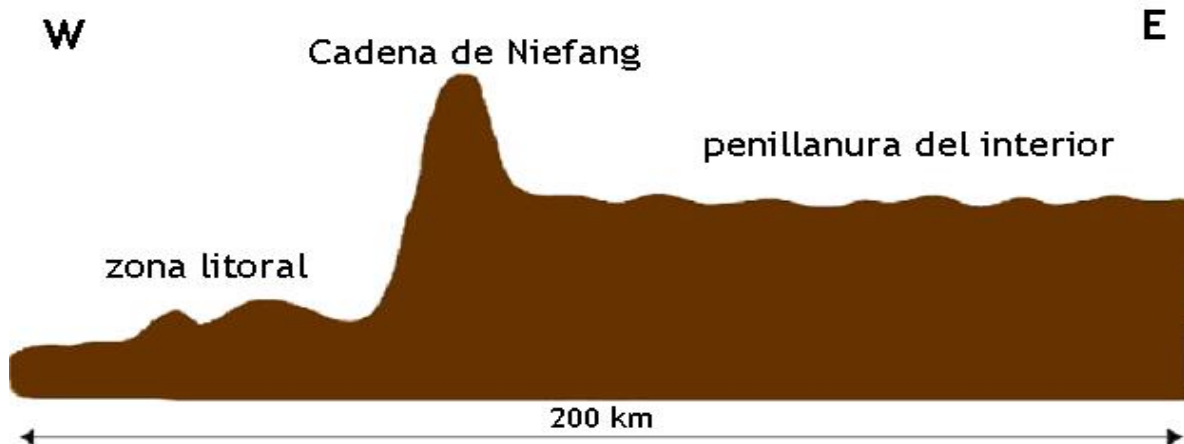
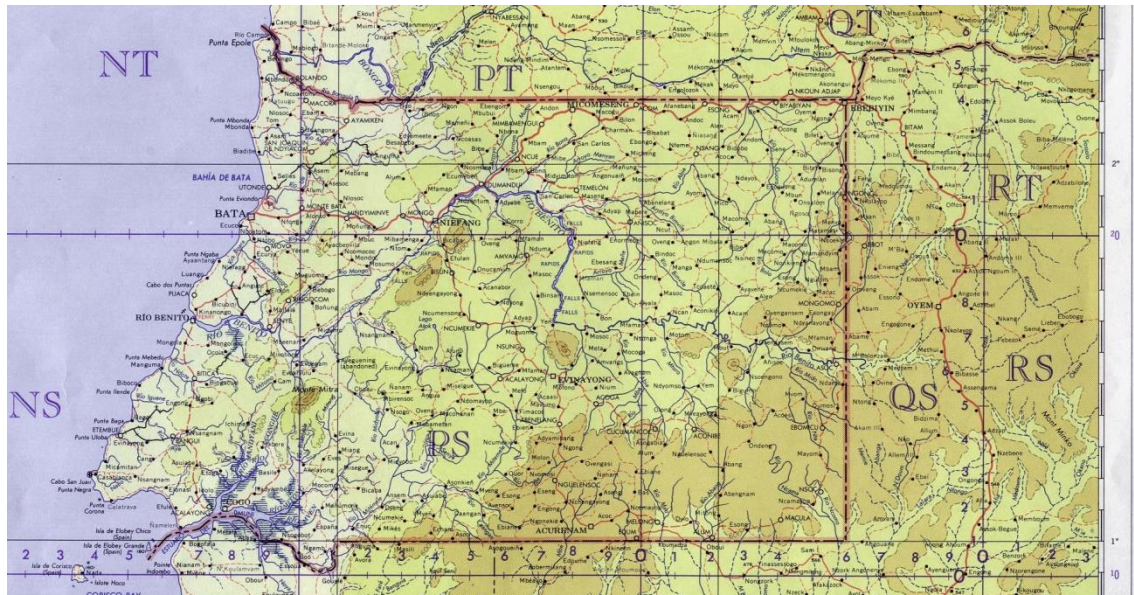


## RELIEVE

La Región Continental está formada por una parte de costa que se va haciendo más montañosa conforme nos adentramos hacia el interior, donde encontramos una serie de cadenas llamadas “de las Siete Montañas”. Una de las mayores riquezas de Guinea Ecuatorial son, precisamente, las exuberantes y frondosas selvas que encontramos en estas tierras de suaves ondulaciones.

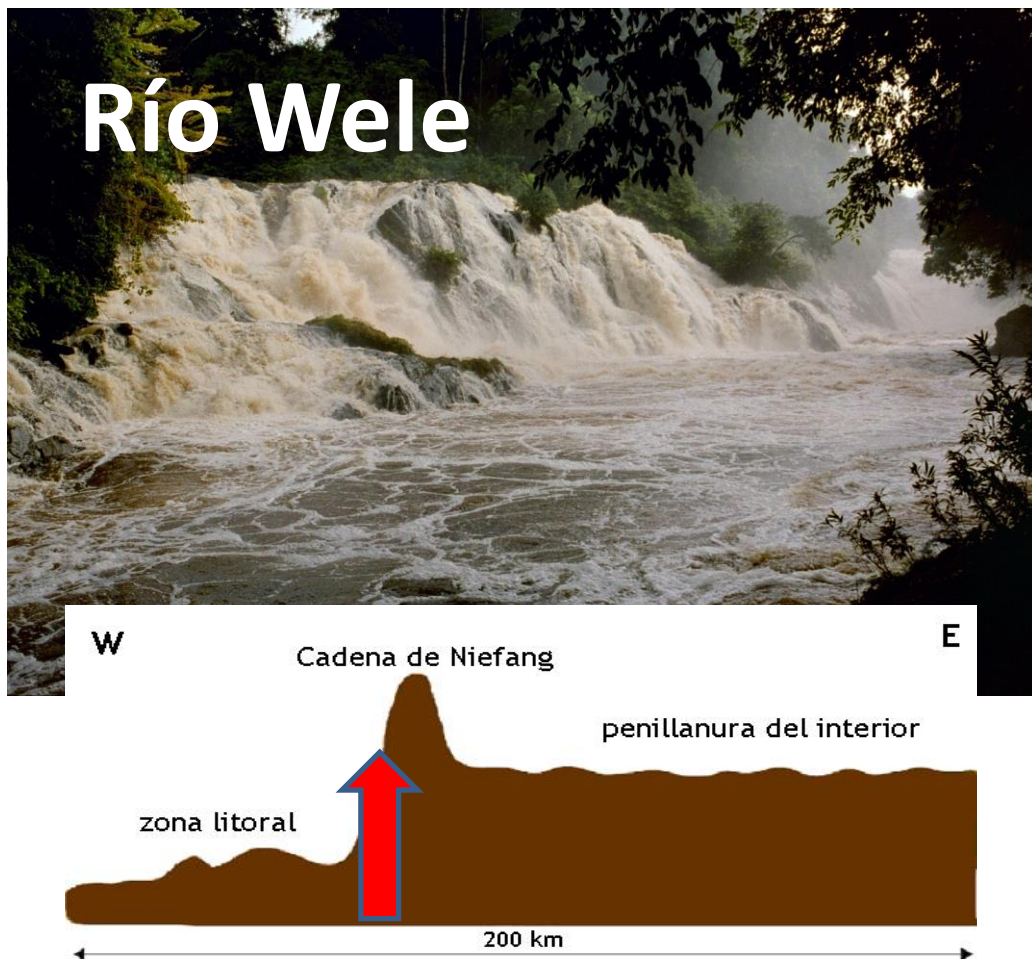
El relieve de la Región Continental se puede agrupar en tres tipos de formaciones:

- La zona del litoral, de areniscas y margas.
- La zona interior, principalmente de gneis.
- La zona oriental, granítica.



## Orografía de la Región Continental:

- Meseta de Kie-Ntem: desciende hacia el oeste y continúa hasta el litoral por la penillanura de Ntem.
- Penillanura central: desciende hacia la cuenca del Muni y del Mitemele y está surcada por afloramientos rocosos.
- Plataforma de Mongouba: la encontramos en la zona oriental de la Cadena de Niefang, con picos que alcanzan los 1.200 m de altitud.
- Macizo de Mitra: encontramos las zonas más elevadas de la Región Continental: las del Monte Mitra o Monte Alen, en el sur de la Cadena de Niefang.
- La cuenca de Muni y Mitemele: se trata de una fosa entre la cadena de Niefang, por un lado, y los Montes de Cristal, por otro.
- Penillanura al oeste de la Cadena de Niefang.





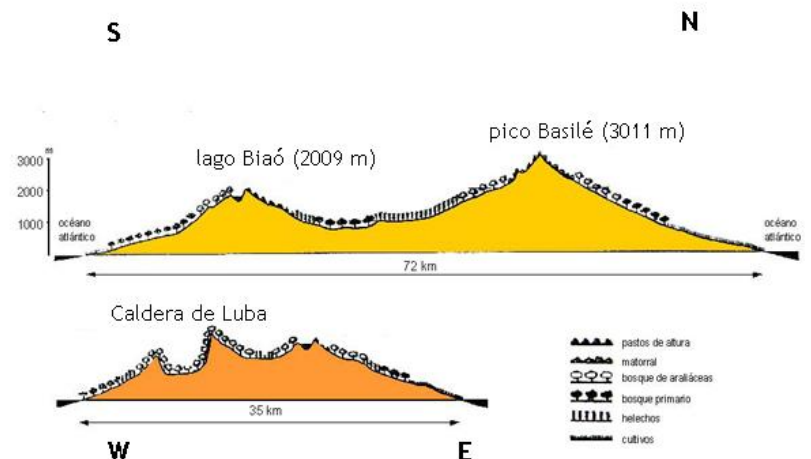
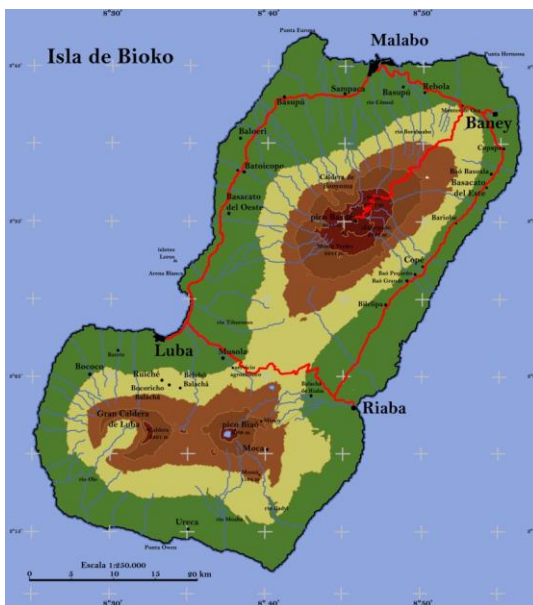
## Orografía de la zona insular

La isla de Bioko es de origen volcánico y, por tanto, montañosa y también muy selvática. Desde cualquier parte de su superficie podemos asombrarnos al contemplar la silueta del pico Basile.

En cuanto a Annobón, su fisionomía es también de origen volcánico, compuesta principalmente por rocas basálticas.

**Bioko.** La isla se divide en un bloque norte y otro sur, separados por una depresión central cercana a Musola, y forma parte de la cadena volcánica que cruza diagonalmente desde el Lago de Chad hasta la isla de la Ascensión.

Es de origen volcánico, con un paisaje de valles profundos y relieves escarpados. La isla está formada totalmente por rocas volcánicas. Encontramos tres calderas: Pico Basile (3.011 m), en la zona norte y Pico Biao (2.009 m) y la Gran Caldera de Luba (2.261 m) en la zona sur.



**Annobón.** Se encuentra en la cordillera volcánica, antes mencionada, junto con Bioko, São Tomé y Príncipe.

Elementos destacados:

- Caldera del lago A Pot.
- Cráter de la zona sur en el este de Punta Manjob.
- Corredor que une las Bahías de San Pedro y Santa Cruz, recorrido por el río Anganchi.



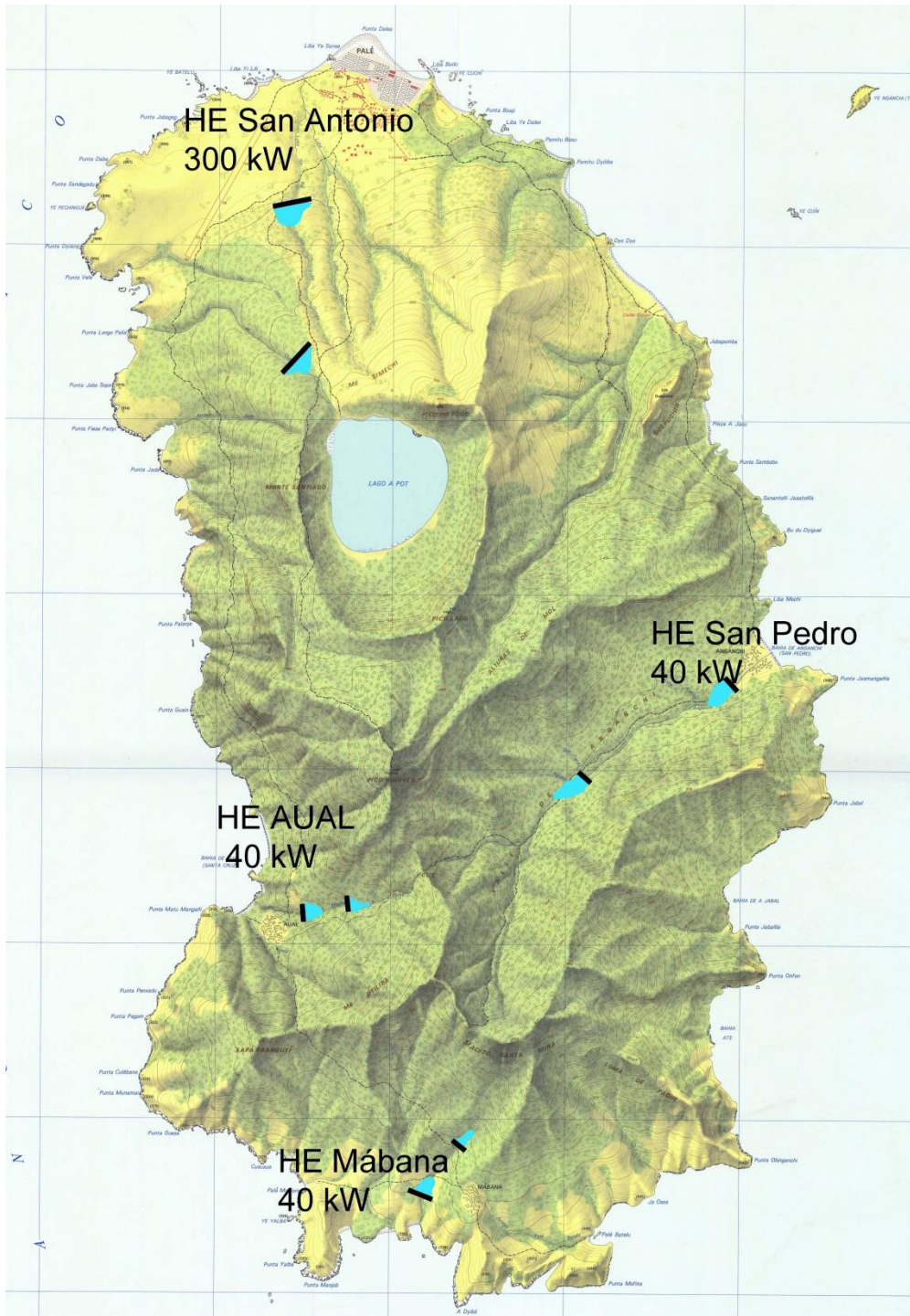
50 AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



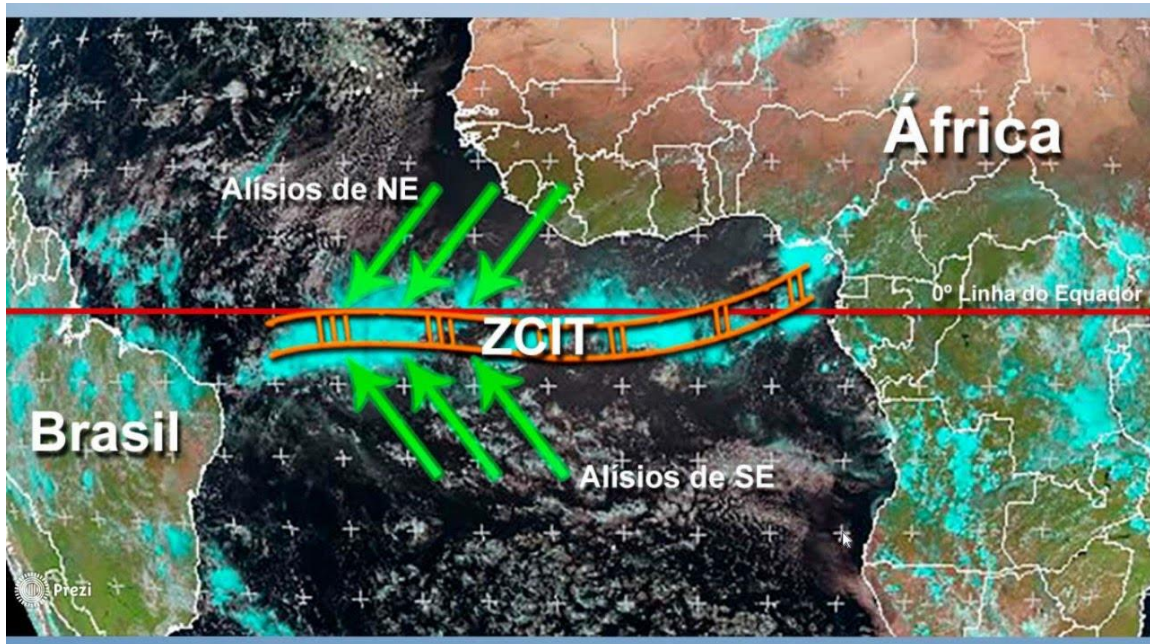
**GEO** ENGINEERING & ENERGIES



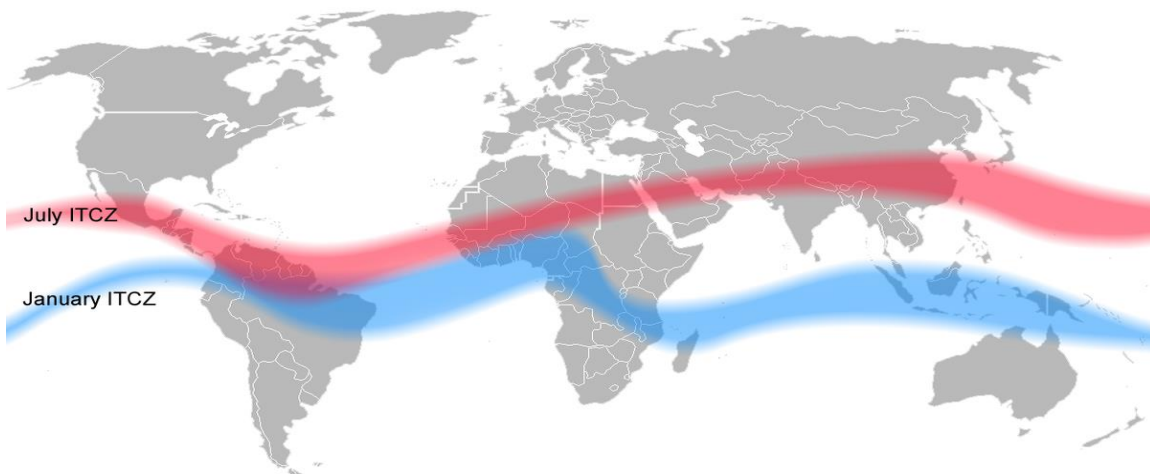


## CLIMA

El clima de Guinea Ecuatorial está condicionado a su situación dentro de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)



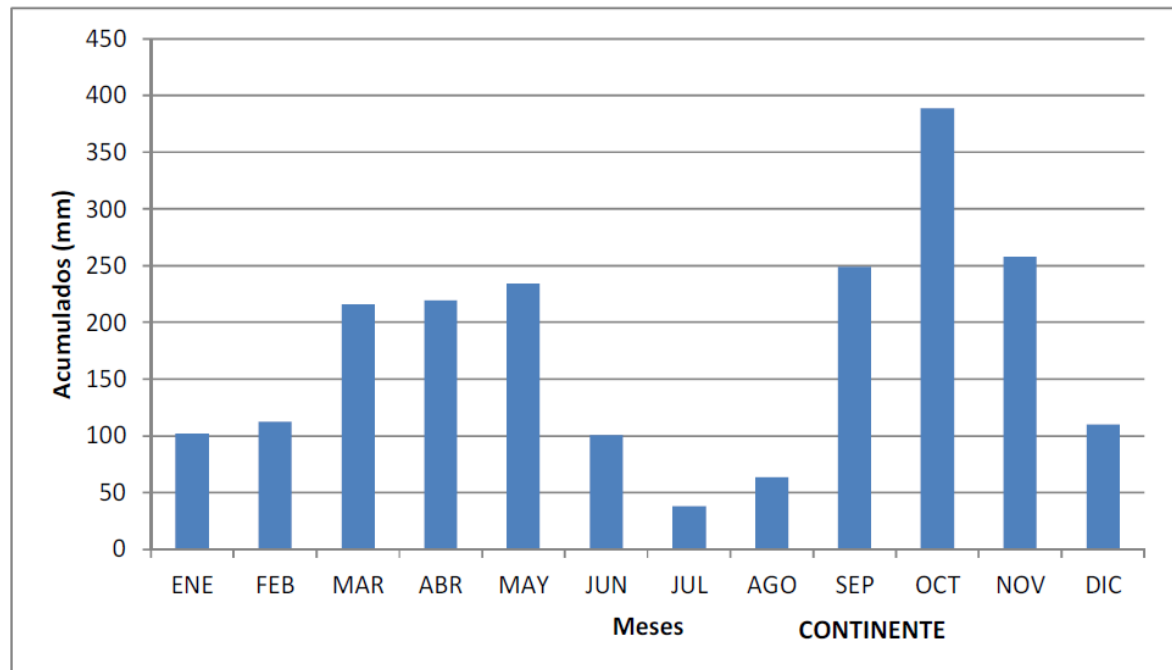
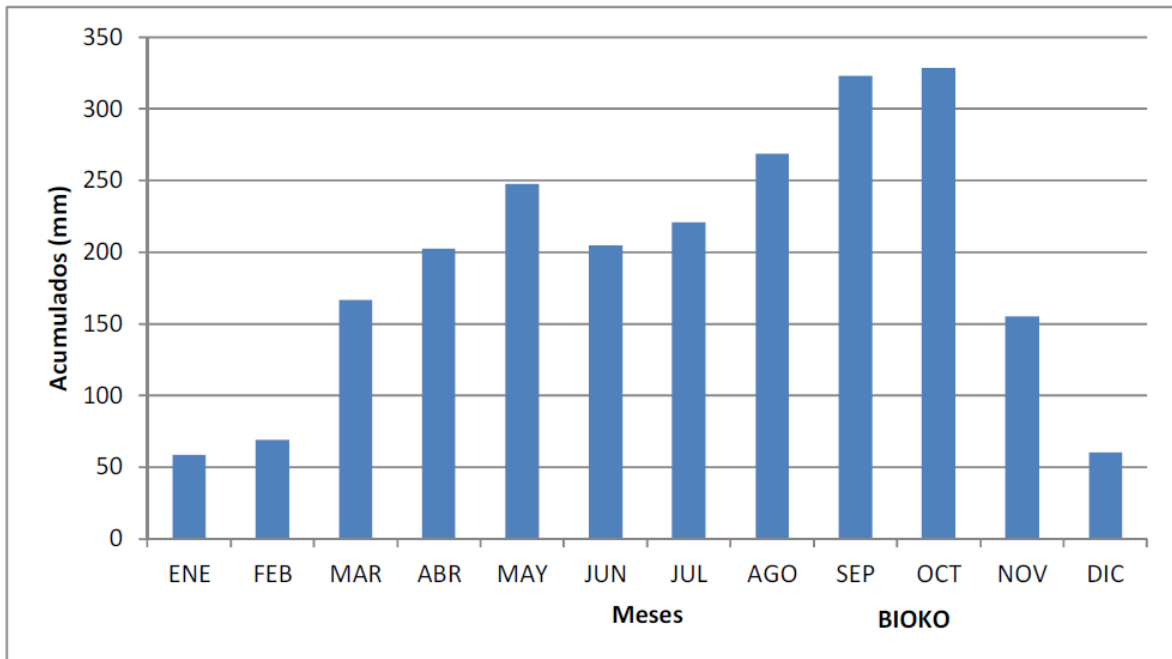
La ZCIT ó ITCZ (Inter Tropical Convergence Zone) es una franja zonal de bajas presiones ubicada en la zona ecuatorial; en ella confluyen los vientos alisios del hemisferio norte (del NE) y del hemisferio sur (SE). Por efecto de esta convergencia, y debido a las altas temperaturas, el aire húmedo asciende originando abundante nubosidad y fuertes precipitaciones, algunas acompañadas de descargas eléctricas.



La ZCIT, se mueve a lo largo de l año, ocasionando las distintas estaciones que se producen tanto el la región continental como en la insular.



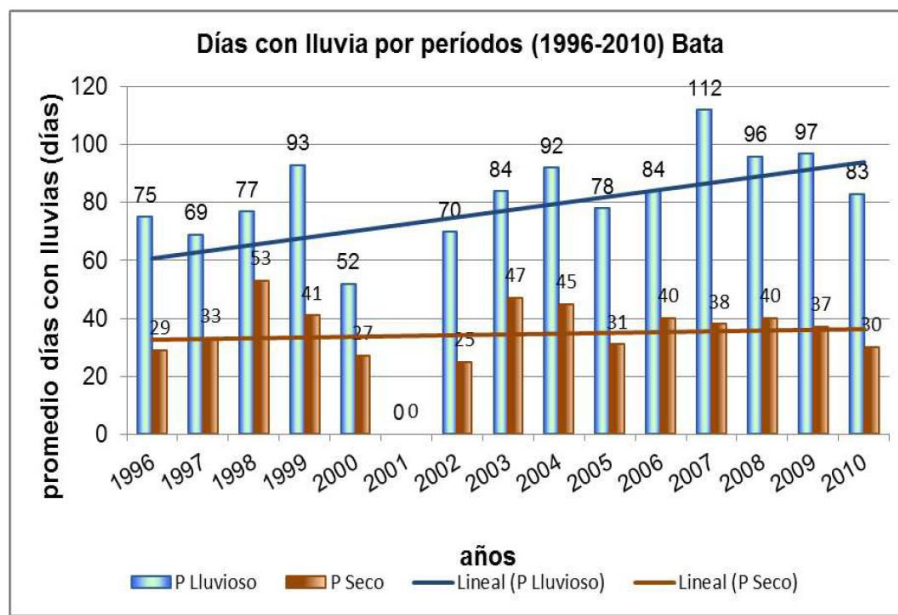
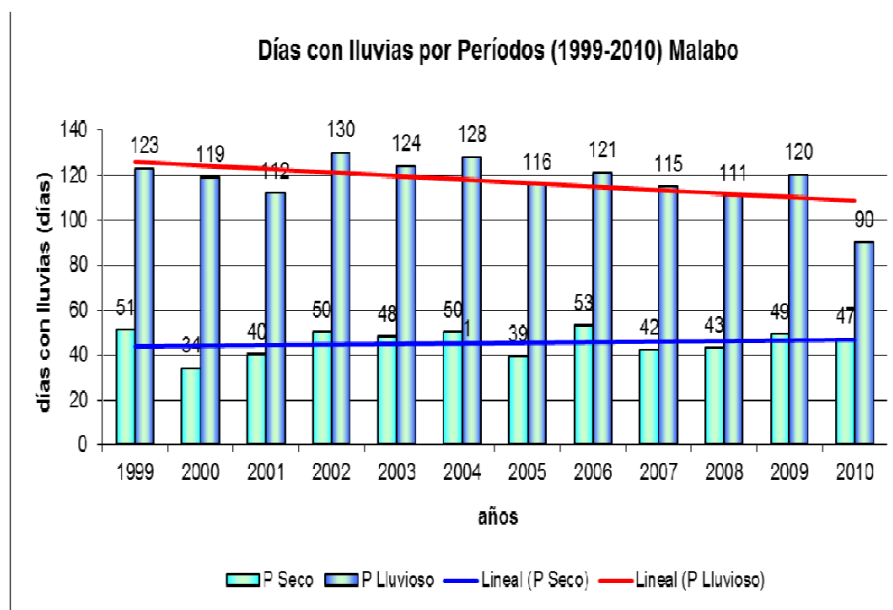




En el continente, se superan los 2.000 mm anuales, pero las lluvias son más abundantes de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. En Bata, la ciudad costera más importante, caen en torno a 2.800 mm en 166 días, con un mínimo entre junio y septiembre, aunque no deja de llover y máximos en octubre (370 mm) y noviembre (430 mm) y en abril (395 mm), el resto de meses se superan los 200 mm. Las temperaturas bajan ligeramente entre julio y septiembre pero prácticamente todo el año oscilan entre 21-22 °C y 28-31 °C.

El clima de la región continental presenta dos estaciones secas: la primera de ellas se da entre diciembre y mediados de febrero y la segunda y más importante, de julio a septiembre. Igualmente podemos encontrar dos estaciones lluviosas: una de marzo a junio y otra de septiembre a noviembre. Las principales precipitaciones se producen entre los meses de septiembre y diciembre, de 1.800 a 3.800 mm, y la humedad relativa está en torno al 90%, descendiendo al 85% en la estación seca.

Las zonas más húmedas se encuentran en la zona montañosa del Monte Mitra y en la frontera con Gabón, en la cuenca del Mitemele.





Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



## **HIDROGRAFIA**

Guinea Ecuatorial está bien dotada de fuentes de agua, gracias a sus ríos y lagos que corren a lo largo del territorio continental y las Islas. En la Región Continental hay cierto número de cursos de agua que corren del Este al Oeste y ascienden principalmente en las zonas de WoronNtem y sobre la frontera con Gabón. Entre estos, el más importante es el Río Wele, o Campo (Ntem) sobre la frontera con Camerún, el Río Wele, Benito (Woro) en el Centro y el Río Utamboni (Mitemle) en el Sur. El Río Wele corta el territorio exactamente por el medio. A lo largo de su curso, hay algunas cataratas rápidas, estos últimos se encuentran en Sendje a unos 40 Kms de Bata, aguas arriba del Estuario, a partir del cual, hay una porción navegable para barcos pequeños.

El Río Campo, cerca de su estuario, es la frontera internacional con Camerún. Este río es alimentado por el río Kie, que corre a lo largo de la frontera oriental con Gabón hacia el Norte;

Algunos ríos pequeños desembocan en el mar (Océano Atlántico Ecuatorial), entre Río Wele al centro el Utamboni al Sur. El río Utamboni propiamente dicho que marca la frontera con el Gabón en el Sur, asciende en el medio de tierras altas centrales hacia el Oeste de Evinayong y pasa a través de varios Cañones con rápidos espectaculares.

En Bioko, algunas chimeneas de volcán al borde de la montaña han formado pequeños lagos (Loreto, Bioko...) pero en estas lagunas, carecen de peces, sobre las laderas del Noroeste, el manantial térmico Bonyoma sirve de fuente del Río Tiburón. En el ángulo sudoriental de la Isla, la ladera del pico de Condor está cortada por una cascada ante el Río Llady, que desciende las escarpadas pendientes de una serie de impresionantes cataratas, la más alta de las cuales miden 300 metros.

## **HIDROGRAFIA DE LA REGION CONTINENTAL**

La hidrografía de esa Región se reduce a cuatro cuencas de desigual superficie y a una ramificación litoral.

Si se dirige del Norte al Sur, se encuentra:

**La cuenca del Río Campo ó Ntem.** Este río es navegable en su travesía de la llanura del litoral. Entre sus afluentes, el único que merece alguna atracción es el Kie que es la frontera natural al Este entre el Gabón y Guinea Ecuatorial.



50 AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).

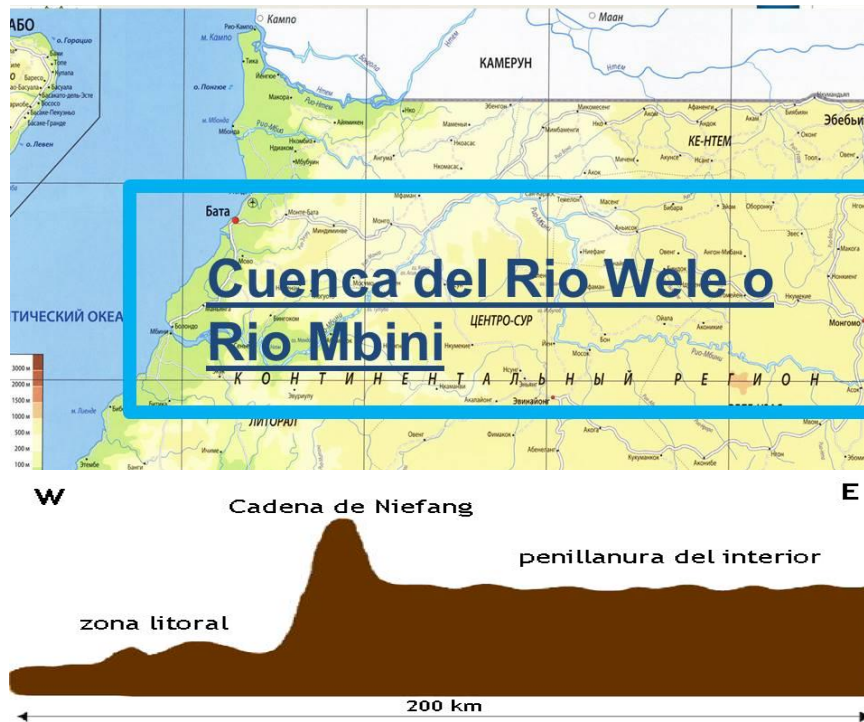


GEO ENGINEERING & ENERGIES





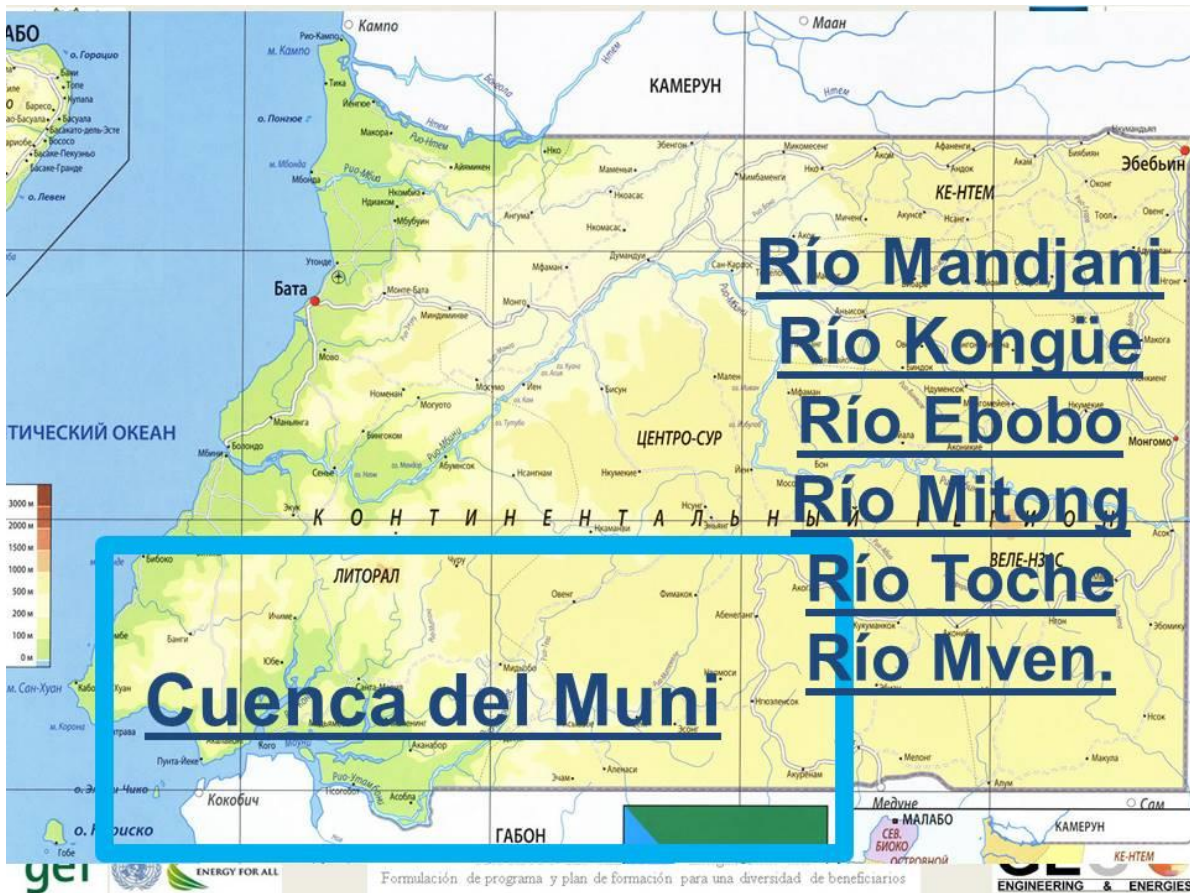
**La Cuenca de Mbini ó el Rio Wele** que enlaza las aguas de la mayor parte del país. El rio Wele que tiene su nacimiento en territorio gabonés atraviesa la Región Continental en toda su longitud modificando tres veces su dirección. En el momento en que franquea la frontera gabonés, sigue unos 100 km. la dirección Oeste después se dirige hacia el Centro-Oeste.



Entra entonces en su fase tumultuosa. Los rápidos, los saltos, como las cascadas van a través de su recorrido hasta el momento en que alcanzan el «gran escalón interior» y tropezan con el sistema montañoso Norte-Occidental. Desde este instante cambia de dirección y se dirige hacia el Sur-Este, abriéndose un pasaje entre los dos sistemas montañosos. En la confluencia del río M'NEY, el río Wele recoge la dirección anterior al penetrar en la Región Continental es decir al Oeste. Siguiendo los rápidos, se llegan al «escalón de Litoral» y penetra en la llanura de Litoral. Los últimos 20 km. que le separan de Atlántico son los únicos navegables. Se abre sobre un vasto estuario invadido por las mareas y termina en el océano en una desembocadura de 1300 metros. Su entrada está defendida por una bahía que dragada permitiría a los barcos entrar a Mbini.



**La Cuenca del Río Muni**, no es realmente un río sino un vasto Estuario sobre el cuál desemboca un conjunto de ríos donde el más importante es el río Utamboni ó Mitemelé. Esta cuenta recibe las aguas de las pendientes Sur del sistema montañoso central y de la zona montañosa Sur-Occidental así como las aguas que salen del Norte del sistema Meridional. El Estuario del Muni comunica con el océano por una desembocadura de 1700 metros de anchura y tiene una profundidad máxima de 33 metros. El fenómeno de las mareas se nota en todo el Estuario, donde la navegación no es posible más que para una embarcación de medio tonelaje. Cogo es el único puerto natural en esa región.



### Río Campo

Nacimiento Norte de Guinea Ecuatorial  
 Desembocadura Bahía de Bonny, Océano Atlántico  
 Superficie de la cuenca 31 000 km<sup>2</sup>

### Río Congüe

El río Congüe (escrito alternativamente como Congue, Kongue, Konwe) es un río en el suroeste del país africano de Guinea Ecuatorial incluido administrativamente en la provincia litoral y justo al este del río Mandyani (con quien se une más adelante) y al oeste del río Mitong. Forma parte del estuario del Muni junto con el río Mitong, el río Mandyani, el río Mitemele, el río Utamboni y el río Mven.



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



## Río Mbini / Benito / Wele

Longitud 338 km

El río Mbini (también conocido como Benito o Wele) es el principal río de la zona continental de Guinea Ecuatorial. Atraviesa la región de Río Muni de oriente a poniente. En su desembocadura en el Atlántico se encuentra la villa de Mbini. Nace en Gabón y posee unos 338 Km de longitud.

**Río Utamboni** es un río en el suroeste de la parte continental. Fluye a lo largo de la frontera con Gabón y forma parte de estuario del Muni junto con el río Mitimele (la parte superior del río), el río Mitong, el río Mandyani, el río congue, y el río Mven. El río se convierte en el río Utamboni a lo largo de la frontera con Gabón

## Río Ekuku

El río Ekuku es un pequeño río es conocido con diversos nombres locales, como río Cugu o río Ekuko.

El río está situado en el interior de la Región Continental del país, en la provincia Litoral. Localidades próximas al río son Ekuko, Ekuku, Etiani y Matandiate.

**Río Mandyani** es un río en el suroeste del país en su parte continental, justo al oeste del río Congue, administrativamente incluido en la provincia de Litoral. Forma parte del estuario del Muni junto con el río Mitong, Río congue, el Río Mitimele, El río Utamboni y el río Mven

**Río Mitimele** es un río en la parte continental suroeste del país. Forma parte del estuario del Muni junto con el río Mitong, el Río Mandyani, el Río congue, el Río Utamboni y el río Mven.<sup>12</sup> El río se convierte en el río Utamboni a lo largo de la frontera con Gabón

**Río Laña** es un río ubicado en la parte continental específicamente localizado en la provincia de Centro Sur, y protegido como uno de los 2 ríos más importantes que forman parte del Parque nacional del Monte Alén (siendo el otro el río Wele). En su recorrido pasa por localidades como Manseng, Nsangnam y Añisoc

## Estuario del Río Muni

El Estuario del Río Muni se localiza en la Provincia de Litoral, distrito de Kogo.

El área cubierta de manglares, junto con las bocas de los ríos Mandyani, Kongue, Mitong, Toche y Mven, hasta 25 km aguas arriba de su desembocadura y una franja de 10 km a la orilla de cada uno de ellos.

El estuario del río Muni es la desembocadura de un gran número de ríos en su mayoría de cursos permanentes. Entre estos ríos se encuentra el Mandjani, Kongüe, Ebobo, Mitong, Toche y Mven.



## HIDROGRAFIA DE LA REGION INSULAR

### Hidrografía

Los cauces de agua de la isla de Bioko presentan ciertas características comunes:

- Fluido variable e irregular según la época.
- Longitud reducida no excediendo jamás de 20 km.
- Poder erosivo intenso caracterizado por la existencia de canales profundos.
- Numerosas cascadas debidas a los cauces abruptos que conducen la agua en saltos sucesivos.

Así el Rio Eola, desemboca en el mar por una cascada de 30 metros, el Rio Ilachi descende de la meseta de Moka, una caída vertiginosa de 300 metros.

Los principales rios son:

- Rio Consul
- Rio Tiburones
- Rio Musola
- Rio Ruma
- Rio Ilachi

Los Lagos que llaman la atención de turistas en isla de Bioko ocupan el interior de cráteres y son alimentados por la afluencia de las aguas torrenciales. Los lagos son, por orden de importancia:

- El Lago Loreto, de 1000 metros de altitud, aproxima los 80 metros de profundidad.
- El Lago Claret, situado en el poblado de Basacato del Oeste, a 1 000 metros de altura, tiene una extensión de 500 metros.
- La Llanura de Lombé, situada en el poblado de Bocoricho, a 800 metros.
- La Llanura de Eri, situada a unos 1 700 metros en la «gran caldera de Luba» y rodeada de una importante cañaveral(\*)







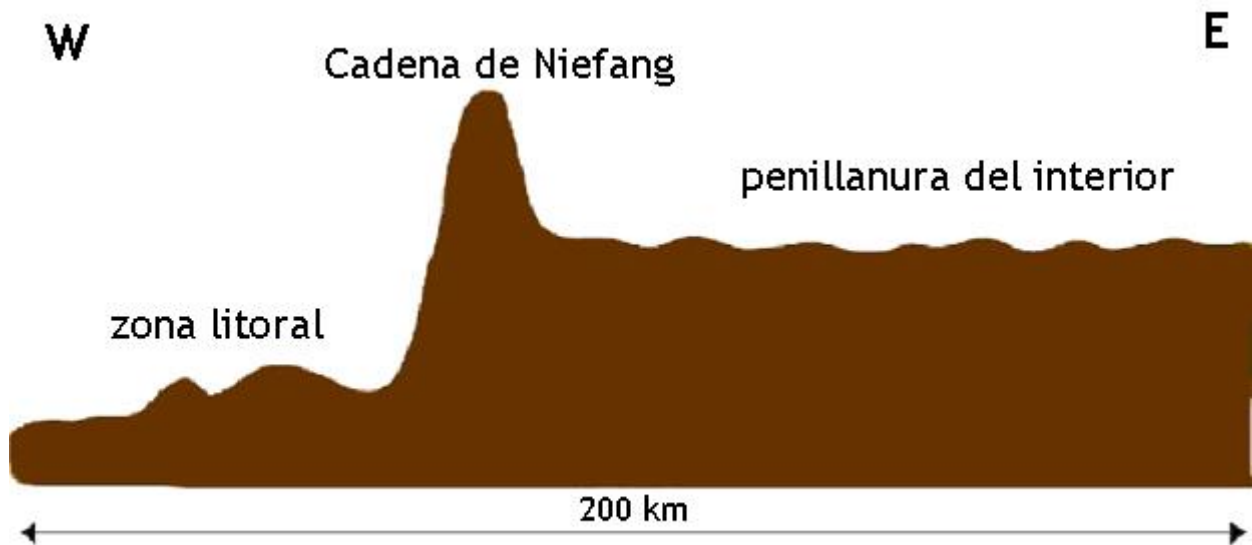
*Ríos de Bioko: Arriba una de las Cascada de Ureca, en medio Cascadas de Ilachi y abajo Río Tiburones*

## GEOLOGIA

Muni forma parte de una gran meseta granítica que va desde la costa atlántica hasta el macizo de Adamawa por el N, hasta las Mesetas de Angola hacia el S y la cubeta del río Congo al W. Este bloque granítico entra en contacto con areniscas y margas del terciario por el W y por el SW con areniscas y pizarras del secundario.

Río Muni tiene un relieve complejo consecuencia de la actividad orogénica del terciario que podemos resumir en tres grandes formaciones según De Castro & De la Calle (1985: 35):

- la zona del litoral, de areniscas y margas.
- la zona interior de materiales metamórficos, principalmente gneis.
- la zona oriental granítica.



*Perfil de Río Muni.*

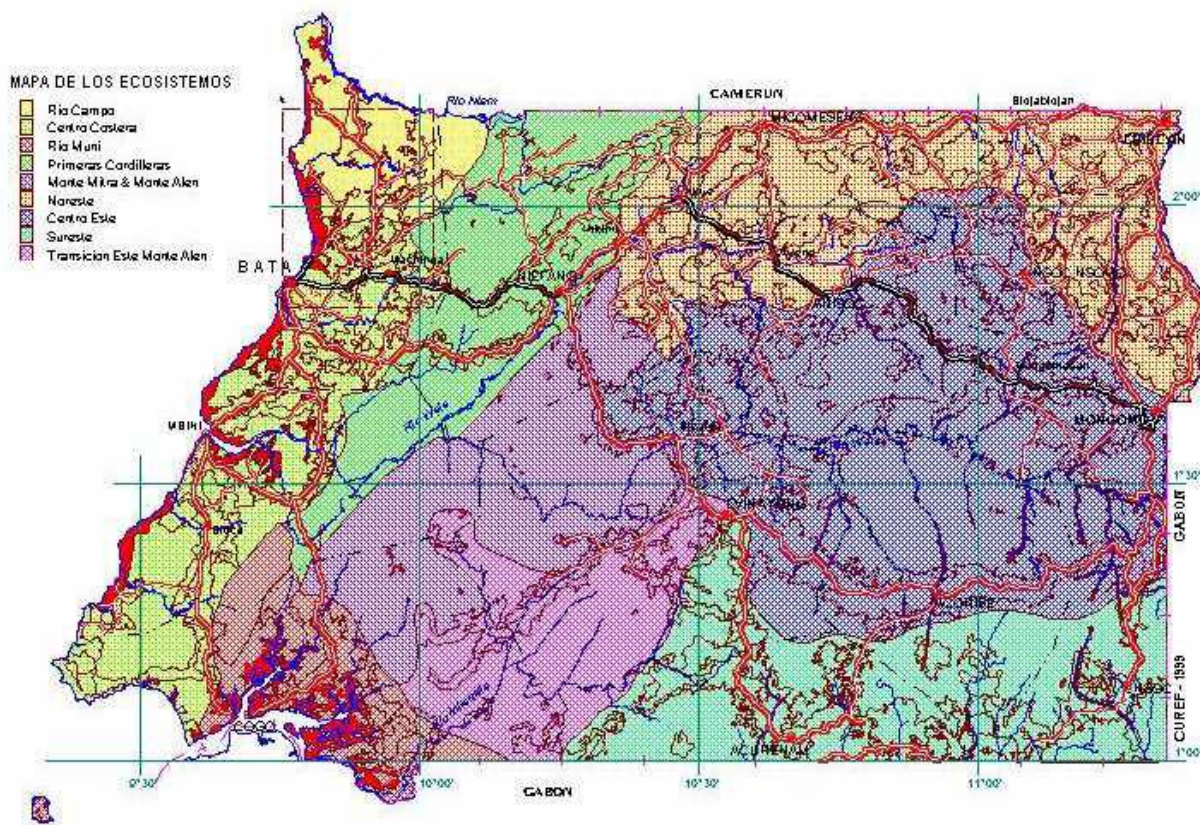
El resultado de las presiones sobre el bloque granítico, poco plástico, durante el terciario, es una sucesión de bloques elevados (horst) y rehundidos (fosas) que dan un relieve con penillanuras y plataformas dispuestas a diversos niveles:

- la meseta de Kie Ntem (elevada a unos 700 m y descendiendo hacia el W, continuándose hasta el litoral por la penillanura de Ntem).
- la penillanura central (al E de la cadena de Niefang, de una altitud de entre 400 y 500 m, descendiendo hacia la cuenca del Muni y del Mitemele). Surcada por cerros cúpula (afloramientos rocosos también denominados inselbergs) que se elevan de 200 a 300 m sobre



la penillanura. De Castro & De la Calle (1985: 35) consideran estos afloramientos como testigos de una penillanura que estaría a la misma altura que la meseta de Kie Ntem.

- la plataforma de Mongouba (1000 m) en la vertiente oriental de la cadena de Niefang, con rellanos y superficies poco accidentadas y picos hasta de 1200 m.
- el macizo de Mitra, en el S de la Cadena de Niefang, del que sobresalen las cotas más elevadas de Río Muni (entorno a 1200-1300 m en Monte Mitra o Monte Alén).
- una penillanura al W de la Cadena de Niefang, de 700 m.
- la cuenca del Muni y el Mitemele formando una fosa rehundida entre los bloques elevados de la Cadena de Niefang por un lado y los Montes de Cristal por el otro.

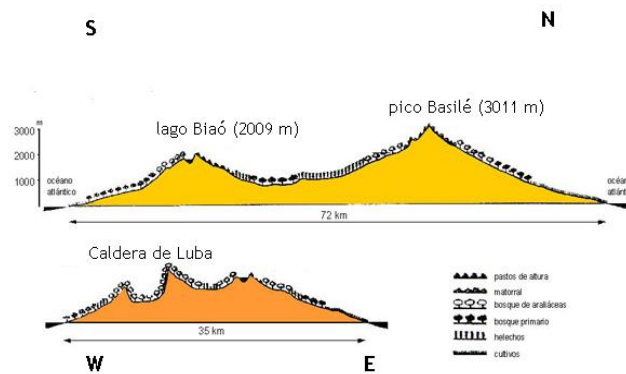


*Representación de los diferentes Ecosistemas de Guinea Ecuatorial (Ministerio de Bosques y Medio Ambiente de Guinea Ecuatorial, 1999).*



## Bioko

Bioko forma parte de la cadena volcánica que cruza diagonalmente desde el Lago de Chad hasta la Isla de la Ascensión. La isla está compuesta en su totalidad de rocas de origen volcánico, principalmente basálticas, provenientes de diversas fases de vulcanismo (Terán, 1962; De Castro & De la Calle, 1985: 11). Las emisiones más antiguas son del paleógeno (terciario inferior), siendo las demás posteriores, incluso cuaternarias. La fisonomía de Bioko está estrechamente ligada a este origen volcánico presentando un paisaje de relieves abruptos y escarpados, con valles profundos separados por numerosas crestas y calderas.



En la isla encontramos tres calderas volcánicas, actualmente inactivas: Pico Basilé (3011 m) en la zona N, Pico Biaó (2009 m) y la Gran Caldera de Luba (2261 m) estos últimos en la zona S. La isla se puede dividir en dos bloques (N y S) separados por una depresión central, cercana a Musola, de unos 1000 m. El bloque N es el de mayor extensión y en él se encuentra la cota más alta del país, el pico Basilé. En el bloque S se distinguen las zonas de Moca, en la parte oriental, y la de Luba que produce el ensanchamiento occidental de la isla.

## Annobón

Annobón forma parte de la cordillera volcánica antes mencionada junto con Bioko, São Tomé y Príncipe. Compuesta por rocas basálticas, en su relieve aparecen tres elementos destacados: la caldera ocupada por el lago A Pot, a 150 m de altitud, con varios conos adventicios que alcanzan incluso los 400 m, el cráter de la zona sur en el este de Punta Manjob, que junto con los Montes de Santa Mina se elevan hasta 613 m, y un corredor de dirección NE a SW por el que se unen las bahías de San Pedro y Santa Cruz, recorrido por el río Anganchi



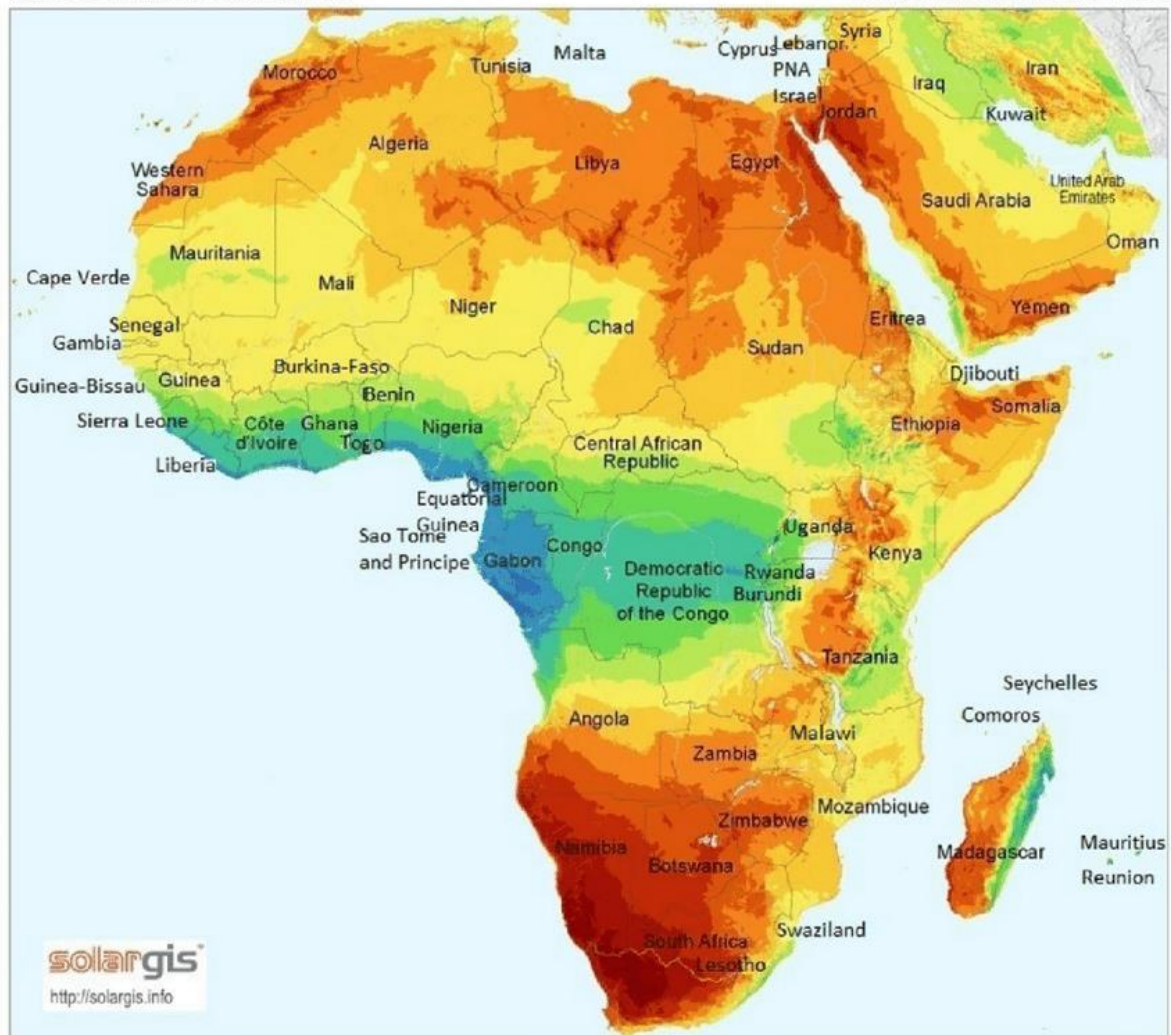
## RECURSOS SOLARES

La nubosidad media horaria es alta durante todo el año, sobre todo en el horario de la tarde y en el periodo lluvioso.

En la isla de Bioko predomina el cielo mayormente nublado (de 5 a 8 octavos de cielo cubierto) en todo el año.

### Direct Normal Irradiation

### Africa and Middle East



Average annual sum (4/2004 - 3/2010)

< 800 1200 1600 2000 2400 2800 > kWh/m<sup>2</sup>

0 500 1000 km

© 2011 GeoModel Solar s.r.o.



50 AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



Photovoltaic electricity output  
PVOUT map © 2018 Solargis (http://solargis.com)  
 Solar Measurement Sites  
 Hydro-connected Solar PV potential

Site Info

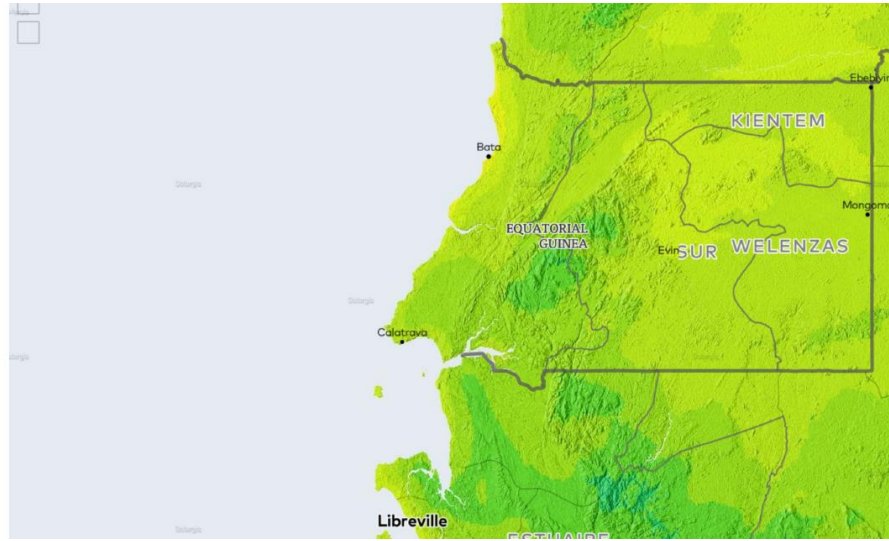
Search

3.425692, 8.500671

Bioko Sur, Equatorial Guinea

Site Data () PV Power Calculator ()

PVOUT	1199 kWh/kWp per year
GHI	1522 kWh/m <sup>2</sup> per year
DNI	714 kWh/m <sup>2</sup> per year
DIF	999 kWh/m <sup>2</sup> per year
GTI	1521 kWh/m <sup>2</sup> per year
DPTA	6° / 180°
TEMP	25.1 °C
ELE	476 m

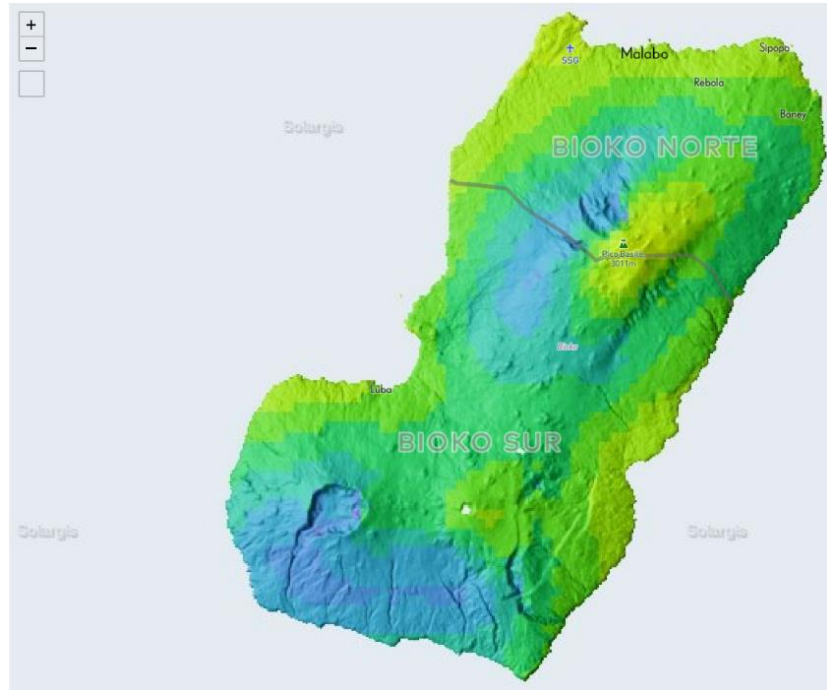


Map Info

Photovoltaic electricity output  
PVOUT map © 2018 Solargis (http://solargis.com)  
 Solar Measurement Sites  
 Hydro-connected Solar PV potential

Site Info

Search

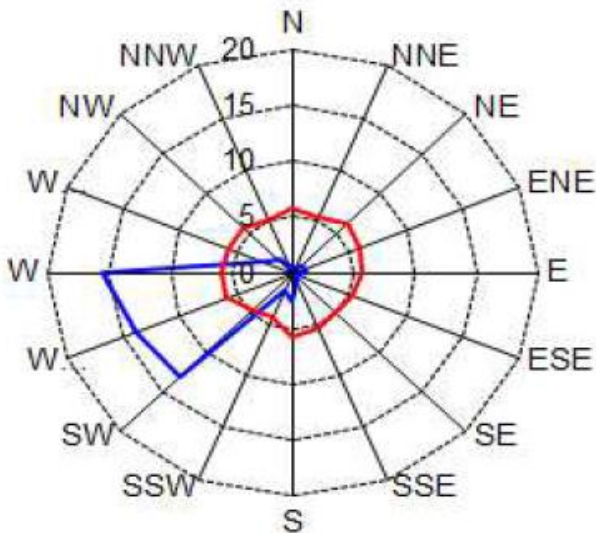




## VIENTOS. RECURSOS EÓLICOS

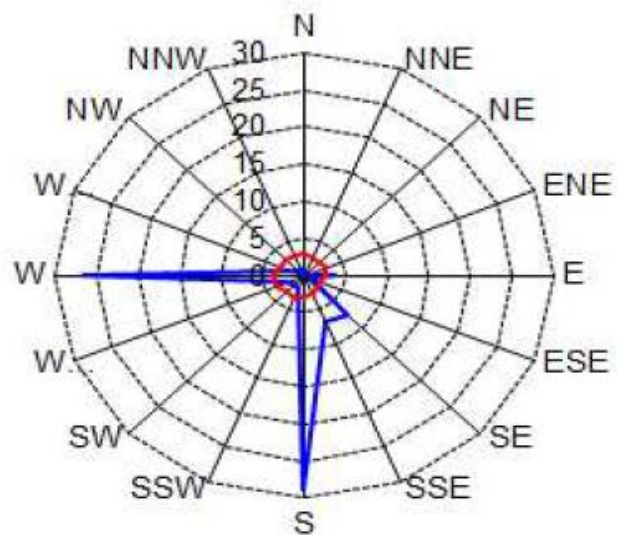
Tanto en la región continental, como en la insular Predominan las calmas y los vientos flojos

### Rosa de los Vientos, Malabo



— Frecuencia (%)  
 — Vel Media (km/h)  
 Calmas 42.5 %

### Rosa de los Vientos, Bata



— Frecuencia (%)  
 — Vel Media (km/h)  
 Calmas: 15.1 %



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).





Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



## *PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables*

### *CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELÉCTRICOS*

#### **SISTEMA ELÉCTRICO DE LA REGIÓN CONTINENTAL DE GUINEA ECUATORIAL**





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



**GEO** ENGINEERING & ENERGIES

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. GENERACIÓN DE ELÉCTRICIDAD. CAPACIDADES INSTALADAS .....	3
2.1. ESTRUCTURA DE GENERACIÓN ACTUAL .....	3
2.2. FOTOTABLA DE LAS PRINCIPALES CENTRALES DE LA REGIÓN CONTINENTAL.....	5
3. REDES DE TRANSPORTE Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA REGIÓN CONTINENTAL .....	8
3.1. ESQUEMA DE REDES DE LA REGIÓN CONTINENTAL .....	9
4. SERVICIO ELÉCTRICO A MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	10

## 1. INTRODUCCIÓN

El Sistema Eléctrico de Guinea Ecuatorial ha transitado por varias etapas a lo largo de la historia de este país desde su etapa precolonial (1954-1968) donde aparecieron las primeras centrales eléctricas para satisfacer una economía escasa, basada en la producción de café, madera y cacao para su exportación. En este entorno, con una economía fundamentada en el sector primario y una actividad industrial y comercial muy reducida, la producción de energía eléctrica era mínima.

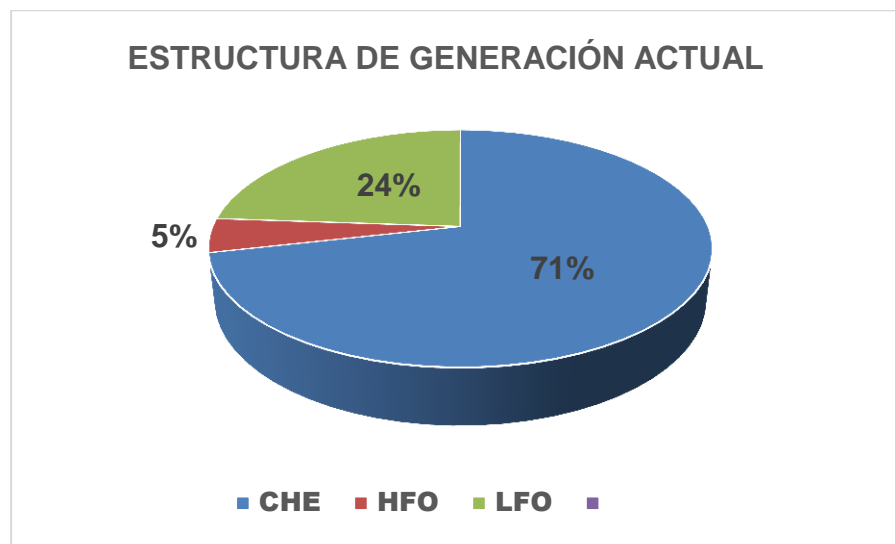
En la década de los 70 hubo un incremento de forma general en el país que fue marcado por el deterioro acelerado de la producción y consiguio las afectaciones a la mantención de esta tecnología de generación por lo que solo un poco más de 50 % podía ser disponible.

Posteriormente en el periodo de los años 80, se registran una serie de transformaciones de orden político, económico y social; y como resultado de estos cambios, se produce un crecimiento moderado tanto en capacidades generadoras, como en consumo de energía eléctrica.

En la etapa que abarca desde el año 1.991 al año 2.010, se caracterizó por una fuerte inyección de recursos financieros, provenientes del petróleo; los cuales dan un gran impulso en la capacidad de generación del país alcanzando los niveles que actualmente existente.

## 2. GENERACIÓN DE ELÉCTRICIDAD. CAPACIDADES INSTALADAS

### 2.1. ESTRUCTURA DE GENERACIÓN ACTUAL.



#### LEYENDA

**CHE: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

**HFO: CENTRALES TÉRMICAS A COMBUSTIBLE PESADO (FUELOIL)**

**LFO: CENTRALES TÉRMICAS A COMBUSTIBLE LIGERO (GASOIL)**



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



Como se puede apreciar en el gráfico de pastel, 71 % de la capacidad instalada de generación en la Región continental se soporta sobre la generación con energía renovable, específicamente con centrales hidroeléctricas. El otro restante 29 % se encuentra distribuida en energía térmica a partir de combustibles fósiles gasoil (24 %) o fueloil (5 %).

Dentro de las proyecciones gubernamentales con horizonte 2020 se encuentra la expansión de la generación con energía renovable del tipo hidroeléctrica con la introducción en el sistema de generación de la Región Continental de 200 MW con el actual proyecto en ejecución de la Central Hidroeléctrica de Sendje.





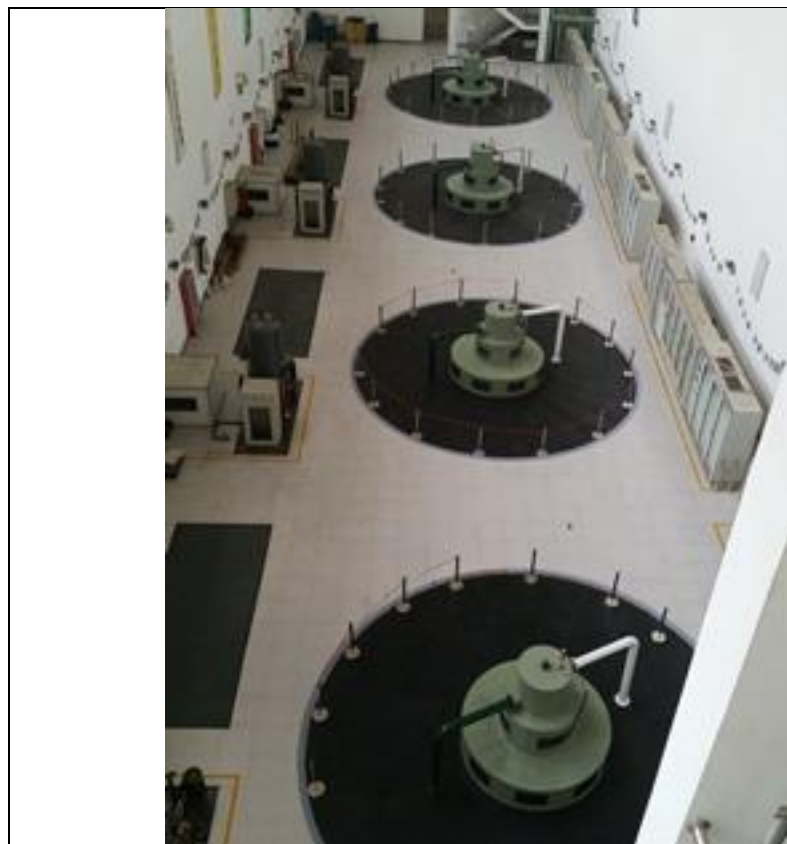
Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



## 2.2. FOTOTABLA DE LAS PRINCIPALES CENTRALES DE LA REGIÓN CONTINENTAL.



**Central Hidroeléctrica de Djibloho 4x30 MW**



Sala de Máquinas de la Central Hidroeléctrica de Djibloho. Características de las Unidades



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



**Central Térmica del Puerto de Bata 3x8 MW**



Engine Specification	
Wärtsilä 32	
Project No:	WPP10262
Project name:	BATA
Inst type:	Base load
Engine type:	W18V32
Engine No:	22548, 22549, 22550
Fuel:	HFO
Rated output:	8280 kW
Nom. speed:	750 rpm
Min. speed:	rpm
Secondary Voltage:	110/24 VD
Main voltage:	400 V 50 Hz
Generator :	ABB AMG 1120MP08 DSEA

**Sala de Máquinas de la Central Térmica del Puerto de Bata. Características de las Unidades**





Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



### **3. REDES DE TRANSPORTE Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA REGIÓN CONTINENTAL.**

La red de transporte de energía eléctrica de la Región Continental se estructura de la siguiente manera: a nivel de tensión de 220 kV, existen cinco subestaciones ubicadas en las ciudades de Oyala, Nkue, Mongomo, Ebibeyin y Alep, formando una red de doble anillo, además se instala un centro de comunicación y despacho de la red eléctrica de la Región Continental. Actualmente esta red se encuentra en servicio a la tensión de 110 kV.

La transmisión de energía eléctrica en la actualidad se realiza a través de líneas aéreas a un nivel de tensión de 110kV, las cuales llegan a 15 subestaciones de este nivel de tensión, así como líneas aéreas de 20 kV las cuales sirven de enlaces y llegan hasta 14 subestaciones consideradas como centros de repartos ubicadas todas en las diferentes ciudades de la Región.

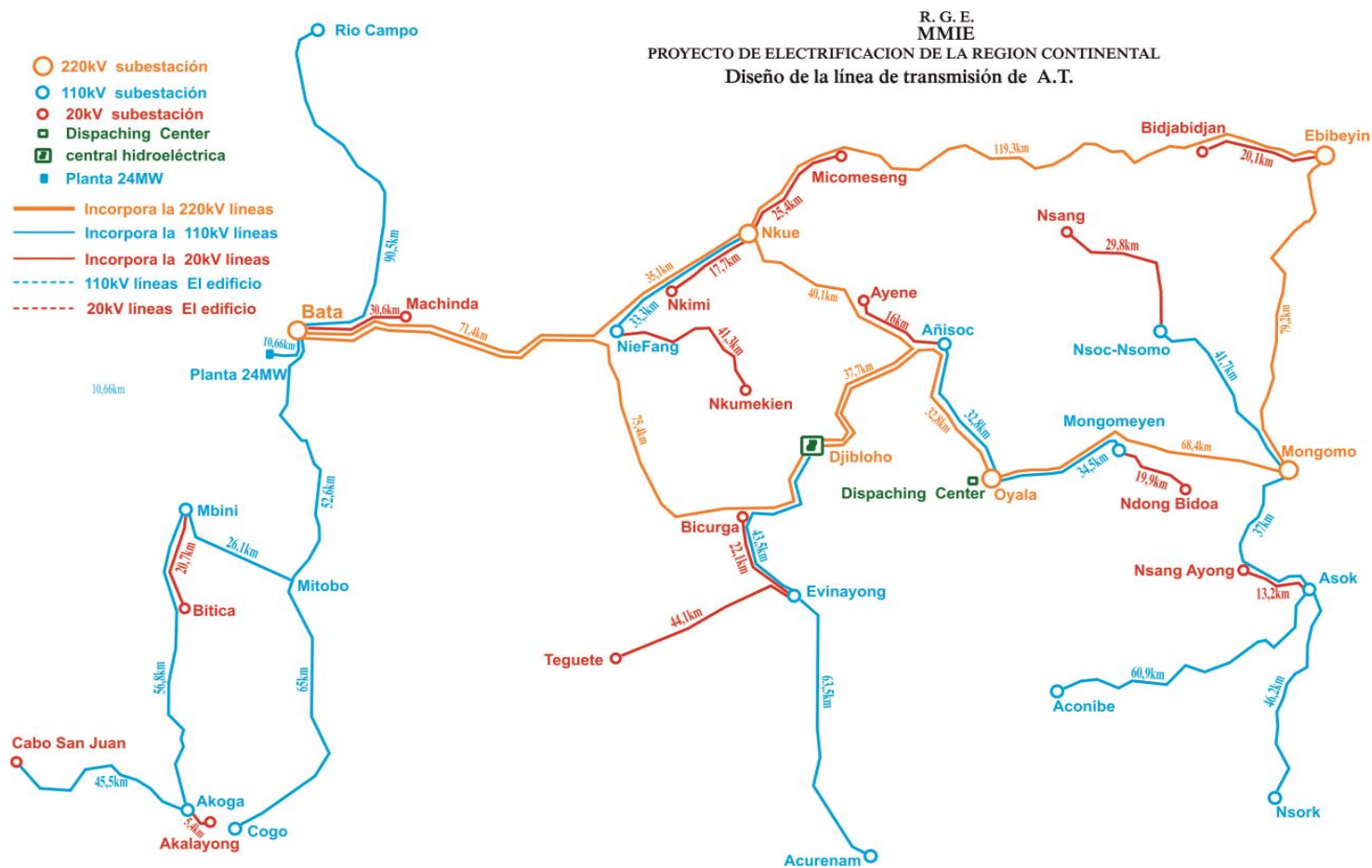
Esta red de transporte está compuesta por 559.4 km de líneas aéreas diseñadas para soportar una tensión de 220 kV, 805.9 km de líneas de 110 kV y 306.3 Km de líneas aéreas de 20 kV.



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



### 3.1. ESQUEMA DE REDES DE LA REGIÓN CONTINENTAL.





Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



#### 4. SERVICIO ELECTRICO A MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

Todas las subestaciones de alta tensión existente en la región, transforman la energía a 20 kV, dando alimentación a los centros de transformación distribuidos en todas las ciudades y distritos, que reducen la tensión a valores de 400 Volt entre fases y 230 V de fase a tierra para luego servir las redes de baja tensión que alimentan a cada consumidor.

La red de Media Tensión está compuesta por 31 líneas de 20 kV las cuales salen de las 5 subestaciones que se ubican en la ciudad de Bata, poseen enlaces entre sí en diferentes puntos por lo cual ofrece una alta confiabilidad a la hora de su explotación total.

Los centros de transformación de la nueva red de Media Tensión son casetas monoblock con tres divisiones internas, el cuadro de media, el cuadro de baja tensión y el transformador de potencia, por el lado media tensión cuentan con celdas de gas SF<sub>6</sub> y fusibles limitadores de corrientes y por el lado de baja tensión interruptor recerrador en vacío del cual salen las redes hasta los armarios de baja.

La red de baja tensión se alimenta a 400/230V en todas las ciudades de la Región y la es completamente soterrada, las cuales salen de los centros de transformación donde existen transformadores de 20kV/ 400V.





*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELECTRICOS*

### **SEGURIDAD Y SALUD DEL TRABAJO**

### **PARTE I. INTRODUCCIÓN AL TRABAJO SEGURO EN LA ELECTRICIDAD**



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



## **CONTENIDO**

1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. FORMAS DE EVITAR LOS CHOQUE ELÉCTRICOS .....	3
2. OBJETIVO .....	3
3. TRABAJAR DE FORMA SEGURA.....	4
4. OPERACIÓN SEGURA .....	4
5. ¿CUÁL ES EL ASPECTO FUNDAMENTAL A CUMPLIR EN LOS TRABAJOS CON LA ENERGÍA ELÉCTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS? .....	4
6. ¿COMO REDUCIMOS LA CORRIENTE ELÉCTRICA QUE PUEDE CIRCULAR POR EL CUERPO HUMANO? .....	5
6.1. ¿COMO ACTUAMOS SOBRE LA IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO?.....	5
6.2. ¿CÓMO PUEDEN CLASIFICARSE LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA AL CIRCULAR POR EL CUERPO DE UNA PERSONA? .....	5
6.2.1. CORRIENTE PERCEPTIBLE.....	6
7. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA.....	6
7.1. ¿COMO AUMENTAMOS LA IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO? .....	7
8. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	7
8.1. ¿QUÉ ES UN EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL? .....	7
9. ¿COMO MANTENER UN AMBIENTE DE SEGURIDAD? .....	8
10. PRIMEROS AUXILIOS.....	8

## 1. INTRODUCCIÓN

Es indudable que la energía eléctrica ha aportado innumerables ventajas a la humanidad, cambiando radicalmente su modo de vida. El desarrollo de toda actividad está ligada a la energía eléctrica y sería impensable renunciar a todas las ventajas que su utilización reporta; sin embargo, la energía eléctrica es peligrosa para los hombres, ya que puede poner en peligro su vida. Esto último sucede fundamentalmente cuando se trabaja de forma **irresponsable** y sin atenderse a las normas de seguridad en el uso y manipulación tanto de aparatos como de circuitos eléctricos.

En la ejecución de cualquier **actividad eléctrica** los trabajadores se encuentran expuestos de forma directa o indirectamente con partes energizadas, existiendo la posibilidad de la circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano con las conocidas consecuencias.

Dado el riesgo originado por la energía eléctrica es necesario implantar **normativas y procedimientos de trabajo seguro** para preservar la integridad de los trabajadores del área eléctrica.

### 1.1. FORMAS DE EVITAR LOS CHOQUE ELÉCTRICOS

Para crear un ambiente de trabajo seguro se requieren prácticas de seguridad en el trabajo y la identificación de peligros comunes. Los siguientes procedimientos brindan una forma efectiva de reducir accidentes relacionados con la electricidad:

- use procedimientos de cierre/etiquetado antes de comenzar a trabajar en circuitos y equipos eléctricos;
- evite trabajar cerca de fuentes eléctricas cuando usted, sus alrededores, sus herramientas o su ropa estén mojadas;
- tenga una toalla o un trapo a la mano para secarse las manos;
- suspenda cualquier trabajo de electricidad al aire libre cuando comience a llover;
- ventile el área de trabajo para reducir peligros atmosféricos como polvo, vapores inflamables o exceso de oxígeno;
- mantenga un ambiente limpio y ordenado, libre de peligros;
- disponga ordenadamente las herramientas y equipos, colocando todo en su debido lugar después de cada uso;
- mantenga el área de trabajo libre de trapos, basura y otros escombros o desechos;
- limpie puntualmente los líquidos que se hayan derramado y mantenga los pisos completamente secos;
- use cables que son a prueba de agua al aire libre;
- asegúrese de que las tres patillas del enchufe estén intactas en todos los cables de extensión;
- proteja todos los cables eléctricos cuando los utilice en o alrededor de los pasillos;
- evite usar cables eléctricos cerca de calor, agua y materiales inflamables o explosivos; y
- nunca use un cable de extensión con el aislante dañado.

## 2. OBJETIVO

Fomentar una cultura eléctrica y de esta forma contribuir a que los trabajadores del sector eléctrico de Guinea Ecuatorial puedan identificar riesgos y mantener las condiciones seguras en el lugar de trabajo para evitar peligros eléctricos



### 3. TRABAJAR DE FORMA SEGURA

Para realizar cualquier trabajo de forma segura hay que seguir tres pasos:

- Separar el trabajo en pasos, tareas o etapas.
- Identificar los peligros y riesgos existentes.
- Desarrollar un plan para minimizar, eliminar o controlar el peligro o riesgo.

**ES MUY IMPORTANTE ANTES DE LA REALIZACIÓN DE CUALQUIER TRABAJO DE ELECTRICIDAD, TENER CLARIDAD DE LO QUE SE VA A ACOMETER Y EN QUE FORMA, ESTO LE PERMITIRÁ HACER UNA SELECCIÓN CORRECTA DE LAS HERRAMIENTAS Y MEDIOS NECESARIOS PARA EL MISMO, EVALUANDO LOS RIESGOS Y MINIMIZANDO LA POSIBILIDAD DE ACCIDENTES. POR ESTA RAZÓN LA CHARLA INICIAL JUEGA UN PAPEL ESENCIAL.**

### 4. OPERACIÓN SEGURA

Las herramientas eléctricas deben cumplir con las normas del Código Nacional de Electricidad para fundas con doble aislamiento o para hacer tierra con el tercer cable eléctrico. Las herramientas de mano también deberán tener agarraderas aislantes de fábrica.

Siga estas sugerencias cuando utilice herramientas eléctricas:

- inspeccione los cables eléctricos e interruptores para determinar si tienen cortes, el aislante desgastado, terminales expuestos y conexiones sueltas;
- asegúrese de que las herramientas estén limpias, secas y libres de partículas grasosas o depósitos de carbón;
- no cargue, almacene o cuelgue las herramientas eléctricas por el cable;
- deje de usar las herramientas inmediatamente si comienza a salir humo, chispas o si las mismas dan toques;
- no sobrecargue los enchufes de las paredes o los cables de extensión;
- asegúrese de que el cable de extensión sea del tamaño o clasificación correcta para la herramienta que se está utilizando;
- nunca quite la pata de tierra del enchufe de tres patas para colocarla en un enchufe de pared para dos patas.
- inspeccione las herramientas antes de comenzar el trabajo para determinar desgastes o defectos;
- revise las herramientas para asegurarse de que todos los protectores de seguridad o protecciones estén en su lugar;
- nunca modifique las herramientas o el equipo eléctrico;

### 5. ¿CUÁL ES EL ASPECTO FUNDAMENTAL A CUMPLIR EN LOS TRABAJOS CON LA ENERGÍA ELÉCTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS?

En los trabajos con la energía eléctrica el aspecto más importante es el de *limitar la magnitud de la corriente* que pueda llegar a pasar por el cuerpo humano, por lo que en muchos trabajos es imprescindible aumentar la resistencia eléctrica interpuesta entre el cuerpo y las partes energizadas, para lo cual se usan diversas herramientas y medios aislados y se hace todo lo posible para garantizar un aislamiento confiable a todos los equipos conectados a las redes eléctricas.

## 6. ¿COMO REDUCIMOS LA CORRIENTE ELÉCTRICA QUE PUEDE CIRCULAR POR EL CUERPO HUMANO?

$$I = \frac{U}{R}$$

Dónde:

**U:** Tensión eléctrica a la que está sometida el cuerpo Humano.

**R:** La Impedancia del cuerpo humano al paso de la corriente.

**I:** La corriente que circula por el cuerpo humano.

### 6.1. ¿COMO ACTUAMOS SOBRE LA IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO?

#### IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO

La impedancia del cuerpo humano se puede dividir en dos partes fundamentales:

- La impedancia de la piel
- La impedancia interna del cuerpo

De forma general la impedancia del cuerpo humano depende de varios factores externos e internos entre los que se destacan:

- La tensión aplicada.
- La frecuencia de la tensión aplicada.
- La magnitud de la corriente.
- El tiempo de duración del paso de la corriente.
- El área de la superficie de contacto y la presión ejercida sobre ella.
- El grado de humedad.
- La temperatura de la piel.

### 6.2. ¿CÓMO PUEDEN CLASIFICARSE LOS EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA AL CIRCULAR POR EL CUERPO DE UNA PERSONA?

Al hacer contacto una persona con un objeto energizado circulará por ella una corriente eléctrica, la cual se clasifica según sus efectos como:

- No perceptible
- Perceptible o molesta
- Peligrosa para la vida

## 6.2.1. CORRIENTE PERCEPTIBLE

El menor valor de la corriente perceptible por el ser humano depende de muchos factores propios de la persona, tales como:

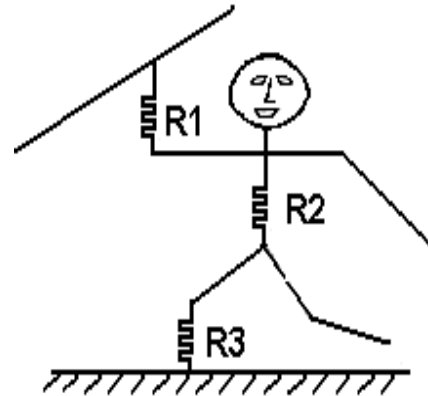
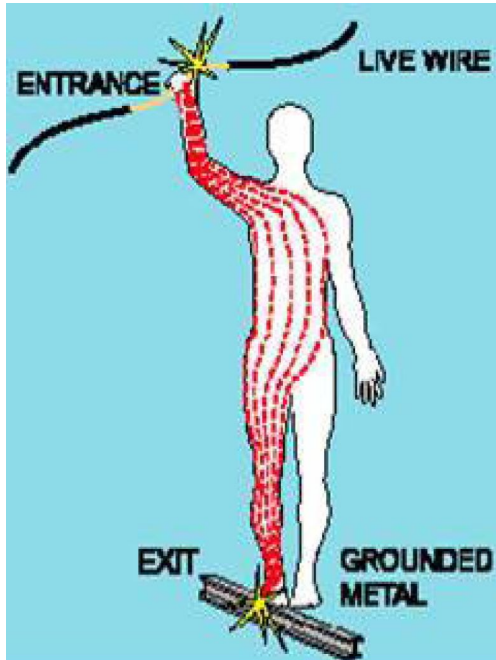
- Edad.
- Sexo.
- Parte del cuerpo que hace contacto.
- Presión de contacto.
- Superficie de contacto.
- Estado anímico de la persona.
- Humedad de la piel.
- Temperatura, etc.

## 7. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Intensidad	Efecto
1 a 8 mA	Produce choque indoloro y el individuo puede soltar a voluntad los conductores porque no pierde el control de los músculos.
8 a 15 mA	Produce choque doloroso, pero sin pérdida del control muscular.
15 a 20 mA	Choque doloroso, con pérdida del control de los músculos afectados. El individuo no puede soltar los conductores. Puede perecer si se prolonga el tiempo de contacto.
20 a 50 mA	Puede causar choque doloroso, acompañado de fuertes contracciones musculares y dificultad para respirar.
50 a 100 mA	Puede causar fibrilación ventricular, es decir, pérdida de coordinación de las contracciones del corazón. No tiene remedio y mata instantáneamente.
100 a 200 mA	Mata siempre a la víctima por fibrilación ventricular.
200 o más	Produce quemaduras graves y fuertes contracciones musculares que oprimen el corazón y lo paralizan durante el choque.



## MODELO REPRESENTATIVO SIMPLE DEL CUERPO HUMANO



Resistencias que limitan el paso de corriente eléctrica

### 7.1. ¿COMO AUMENTAMOS LA IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO?

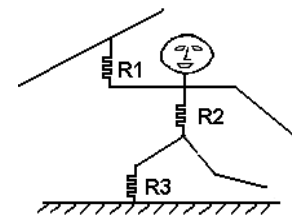
No es posible variar la impedancia corporal del ser humano, debido que la misma depende del propio individuo. Por tal razón solo puede incidirse sobre las impedancias  $R1$  y  $R3$ .

#### ¿CÓMO SE PUEDE AUMENTAR EL VALOR DE $R1$ ?

- Empleando guantes aislados.
- Empleando herramientas aisladas.
- Empleando herramientas aislantes.

#### ¿CÓMO SE PUEDE AUMENTAR EL VALOR DE $R3$ ?

- Empleando botas aisladas.
- Empleando mantas aisladas.
- Recubriendo el piso con materiales de alta resistividad.



Resistencias que limitan el paso de corriente eléctrica

## 8. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los trabajadores de la industria eléctrica también se encuentran expuestos a otros riesgos como pueden ser: Explosiones, quemaduras por arco eléctrico, caídas a nivel, etc. Por esta razón se hace factible el conocimiento y empleo de los denominados Equipos de Protección Personal (EPP).

### 8.1. ¿QUÉ ES UN EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL?

Existen variadas definiciones en las bibliografías relacionadas con la seguridad y salud del trabajo, pero en nuestro caso la definiremos como lo enuncia la norma internacional IEC en

sus letras en inglés de **International Electrotechnical Commission (IEC): (Comisión Electrotécnica Internacional)**, donde plantea que: **Equipo de Protección Personal (EPP), Son dispositivos, materiales e indumentaria personal destinados a cada trabajador para protegerlo de uno o varios riesgos presentes en el trabajo y que puedan amenazar su seguridad y salud.**

**Algunos EPP son:**

- Guantes de Neopreno con Protectores de Cuero.
- Casco Dieléctrico.
- Botas de Seguridad Dieléctricas.
- Pantalones y Camisas Nomex®
- Overol
- Lentes de Seguridad.

## 9. ¿COMO MANTENER UN AMBIENTE DE SEGURIDAD?

Para mantener un ambiente de seguridad:

- Vista ropa cómoda y práctica para el trabajo.
- use un buen par de zapatos de seguridad resistentes al aceite con suelas y tacones anti resbalantes;
- no use ropa que le restrinja el movimiento;
- use ropa de algodón o ropa incombustible
- evite la ropa suelta ya que puede enredarse en el equipo;
- abotone los puños de la camisa;
- quítese las corbatas, joyas, bufandas y relojes de pulsera;
- recoja el cabello largo con gorros o redes;
- use cascos protectores clase B cuando trabaje cerca de cables eléctricos elevados;
- evite los cinturones con hebillas grandes de metal;
- cuando use un cinturón para cargar herramientas no deje que las herramientas cuelguen fuera de los sujetadores o que cuelguen fuera del cinturón; y
- quítese el cinturón de cargar herramientas antes de comenzar a trabajar en lugares pequeños.
- Se recomienda el siguiente equipo de protección personal (PPE, por sus siglas en inglés) para evitar que su cuerpo se convierta en un conductor de electricidad:
- protección para la cabeza, ojos y cara no conductora de electricidad;
- ropa y guantes de goma; y
- zapatos o botas con suela de goma.

## 10. PRIMEROS AUXILIOS

Con mucha frecuencia ocurren accidentes en los trabajos de electricidad y el socorrista no tiene las habilidades necesarias para socorrer al accidentado y en momentos en vez de ayudarlo, pueden contribuir a agravar su cuadro clínico y en otros casos hasta la muerte.

Siga estos procedimientos en caso de accidente con electricidad:



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



- apague la fuente de electricidad si puede hacerlo sin correr riesgo;
- no toque a la víctima;
- llame para obtener inmediatamente ayuda médica profesional;
- use un palo seco (o cualquier otra cosa que no sea conductora de electricidad) para empujar a la persona fuera de la fuente eléctrica;
- una vez que la víctima esté separada de la fuente de energía, adminístrele tratamiento para choque, y cúbrala ligeramente hasta que llegue ayuda;
- adminístrele respiración artificial si dejó de respirar;
- adminístrele resucitación cardiopulmonar (CPR, por sus siglas en inglés) en caso de paro cardíaco; y
- cubra las quemaduras ocasionadas por la electricidad con un paño limpio y seco.
- En caso de incendios eléctricos:
  - notifique al departamento de bomberos local o llame al 911 inmediatamente;
- no toque el objeto que se está quemando;
- no use agua en un incendio eléctrico;
- use un extinguidor “Clase C” tal como dióxido de carbono o un extinguidor ABC multi-propósito para apagar incendios pequeños; y
- salga del área y espere a los profesionales, a menos que usted esté calificado para combatir este tipo de incendio.





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



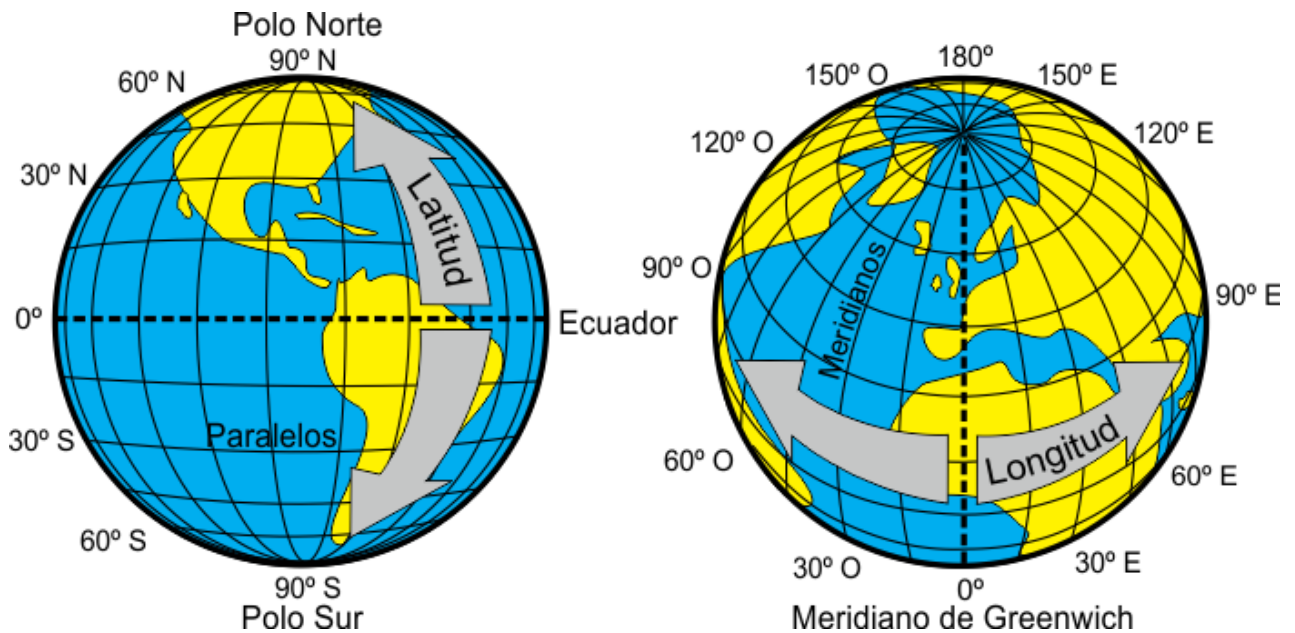
*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELÉCTRICOS*

**SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

## SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

El **sistema de coordenadas geográficas** es un sistema que referencia cualquier punto de la superficie terrestre y que utiliza para ello dos coordenadas angulares, **latitud (norte o sur)** y **longitud (este u oeste)**, para determinar los ángulos laterales de la superficie terrestre con respecto al centro de la Tierra y alineadas con su eje de rotación.



### PARALELOS

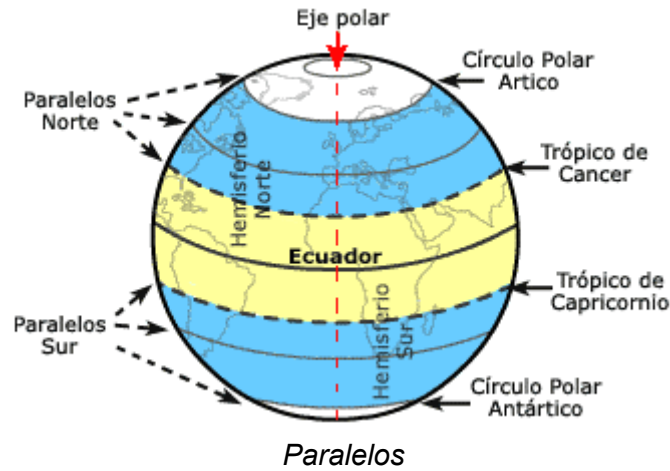
El **ecuador** es el círculo máximo imaginario perpendicular al eje de rotación de la Tierra y, por tanto, único. Este círculo, equidistante de los polos, divide la Tierra en dos hemisferios: **hemisferio Norte**, semiesfera que abarca desde el ecuador hasta el polo Norte, y **hemisferio Sur**, la otra semiesfera que comprende desde el ecuador hasta el polo Sur.

Al norte y al sur del ecuador y, paralelos al mismo, se pueden trazar una sucesión de círculos menores imaginarios que se hacen más pequeños a medida que se acercan a los polos. Estos círculos menores (incluido el ecuador) reciben el nombre de **paralelos**.

A continuación se nombran los cuatro paralelos particulares.

**El Trópico de Cáncer (23°27'N) y el Trópico de Capricornio (23°27'S)**, los cuales marcan los puntos más al norte y al sur del ecuador donde los rayos del sol caen verticalmente, es decir, son las latitudes máximas que alcanza el sol en su movimiento anual aparente. En el solsticio de junio (21-22 de junio) el sol parece hallarse directamente sobre el Trópico de Cáncer mientras que en el solsticio de diciembre (22-23 de diciembre) el sol parece estar directamente sobre el Trópico de Capricornio.

**El Círculo Polar Ártico (66°33'N) y el Círculo Polar Antártico (66°33'S)** que marcan los puntos más al norte y al sur del ecuador donde el sol no se pone en el horizonte o no llega a salir hacia unas fechas determinadas (solsticios). Desde esos círculos hacia los polos respectivos el número de días sin sol se incrementan y luego disminuyen hasta el punto que en los polos se suceden seis meses de oscuridad con otros seis meses de luz diurna. Los círculos polares están a la misma distancia de los polos que los trópicos del ecuador:  $90^\circ - 23^\circ 27' = 66^\circ 33'$ .



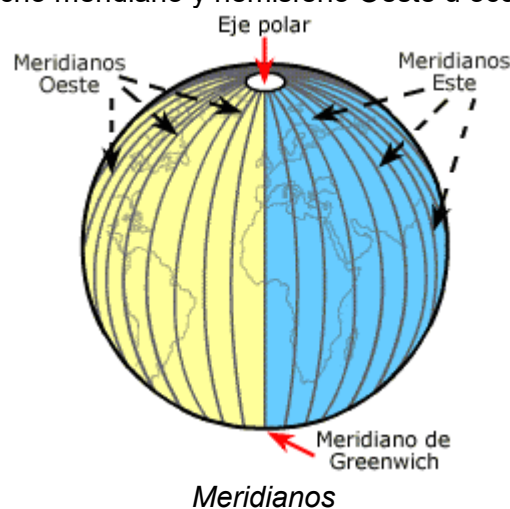
## MERIDIANOS

Los **meridianos** consisten en semicírculos que pasando por los polos son perpendiculares al ecuador.

Cada meridiano está compuesto por dos semicírculos, uno que contiene al meridiano considerado y otro al meridiano opuesto (antimeridiano). Cada meridiano y su antimeridiano dividen la tierra en dos hemisferios, *occidental* y *oriental*. El oriental será el situado al este del meridiano considerado y el occidental el considerado al oeste.

Hasta bien avanzado el siglo XIX cada nación tenía su meridiano origen de longitudes con el resultado que muchos mapas anteriores carecen de unas referencias estandarizadas. El problema fue resuelto en 1884 cuando una comisión internacional designó como meridiano 0° aquel que pasa por el London's Greenwich Observatory (de ahí su denominación) en reconocimiento a su labor investigadora.

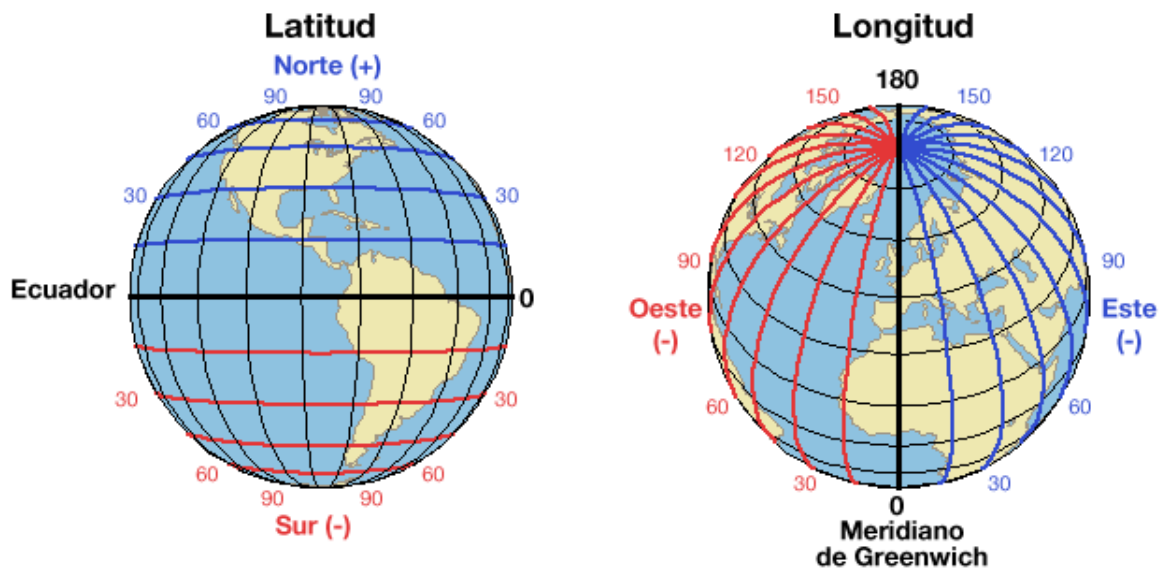
Por tanto, el meridiano de **Greenwich** es el cual divide la tierra en dos hemisferios: Este u oriental situado al este de dicho meridiano y hemisferio Oeste u occidental al oeste del mismo.





## LATITUD Y LONGITUD

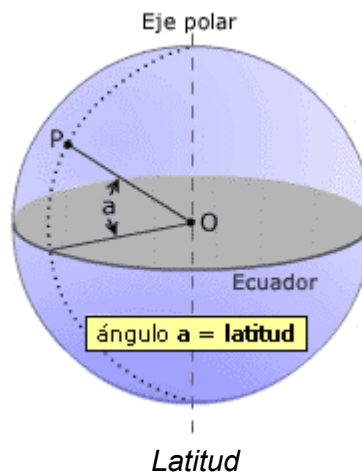
Por tanto, cualquier lugar de la superficie terrestre puede ser *referenciado* por la intersección de un paralelo y un meridiano, es a partir de estos conceptos de donde surgen las coordenadas de latitud y longitud.



- **Latitud**

La latitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Norte o Sur desde el ecuador y se expresa en medidas angulares que varían desde los  $0^\circ$  del Ecuador hasta los  $90^\circ\text{N}$  ( $+90^\circ$ ) del polo Norte o los  $90^\circ\text{S}$  ( $-90^\circ$ ) del polo Sur. Como podemos ver en la imagen, si trazamos una recta que vaya desde el punto P hasta el centro de la esfera O, el ángulo que forma esa recta con el plano ecuatorial expresa la latitud de dicho punto.

Los grados de latitud están espaciados regularmente, pero el ligero achatamiento de la Tierra en los polos causa que un grado de latitud varíe de 110,57 kms en el ecuador hasta 111,70 kms en los polos.



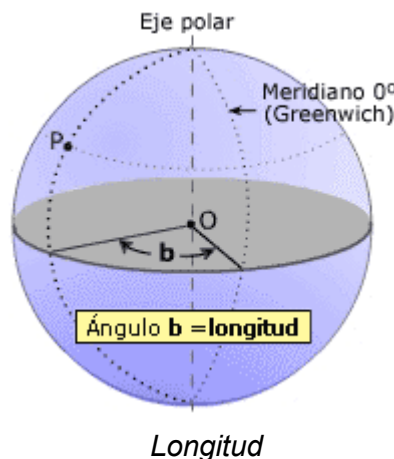
La latitud de un punto en la superficie de la Tierra es el ángulo entre el plano ecuatorial y la línea que pasa por este punto y el centro de la Tierra. Todos los puntos con la misma latitud forman un plano paralelo al plano del ecuador. El ecuador es el paralelo  $0^\circ$  y divide el globo en Norte y Sur; así el polo norte es  $90^\circ$  N y el polo sur es  $90^\circ$  S. La distancia en km a la que equivale un grado de dichos paralelos depende de la latitud, a medida que la latitud aumenta, hacia Norte o Sur, disminuyen los kilómetros por grado. Para el paralelo del Ecuador, sabiendo que la circunferencia que corresponde al Ecuador mide 40 075,017 km,  $1^\circ$  equivale a 111,319 km.<sup>2</sup>

• **Longitud**

La longitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Este u Oeste desde el meridiano de referencia  $0^\circ$ , o meridiano de Greenwich, expresándose en medidas angulares comprendidas desde los  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$ E (+ $180^\circ$ ) y  $180^\circ$ W (- $180^\circ$ ).

Se puede ver en la imagen que el ángulo  $b$  mide la distancia angular del meridiano del lugar P con el meridiano  $0^\circ$  (meridiano de Greenwich). Es lo mismo medir este ángulo sobre el círculo del ecuador que sobre el círculo del paralelo que pasa por el punto P, el valor angular de  $b$  es igual en ambos casos. En el ejemplo de esta figura, la longitud es Oeste (W) puesto que el meridiano del punto P está al Oeste del meridiano de Greenwich.

Mientras que un grado de latitud corresponde a una distancia casi idéntica como se ha comentado anteriormente, no sucede lo mismo con un grado de longitud dado que los círculos sobre los cuales se miden convergen hacia los polos. En el ecuador, un grado de longitud equivale a 111,32 kms que es el resultado de dividir la circunferencia ecuatorial entre  $360^\circ$ .



La longitud de un punto en la superficie de la Tierra es el ángulo entre el meridiano de referencia y el meridiano que pasa por este punto. El meridiano de referencia, mayormente aceptado, es el meridiano que pasa por el Real Observatorio de Greenwich al sureste de Londres, Inglaterra. Este primer meridiano determina los hemisferios este y oeste. Las líneas de longitud forman semicírculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos. Los meridianos junto con sus correspondientes antimeridianos forman circunferencias de 40 007,161 km de longitud.

La indicación de la altitud exige la elección de un modelo de esferoide que represente la Tierra y estos modelos producen diferentes valores para la altitud. Eso se resuelve utilizando un dato que representa la altitud en los diferentes modelos usados.

La insolación terrestre depende de la latitud. Dada la distancia que nos separa del Sol, los rayos luminosos que llegan hasta nosotros son prácticamente paralelos. La inclinación con que estos rayos inciden sobre la superficie de la Tierra es, pues, variable según la latitud. En la zona intertropical, a mediodía, caen casi verticales, mientras que inciden tanto más inclinados cuanto más se asciende en latitud, es decir cuanto más nos acercamos a los Polos. Así se explica el contraste entre las regiones polares, muy frías y las tropicales, muy cálidas.<sup>4</sup>



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



**GEO**   
ENGINEERING & ENERGIES

*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELECTRICOS*

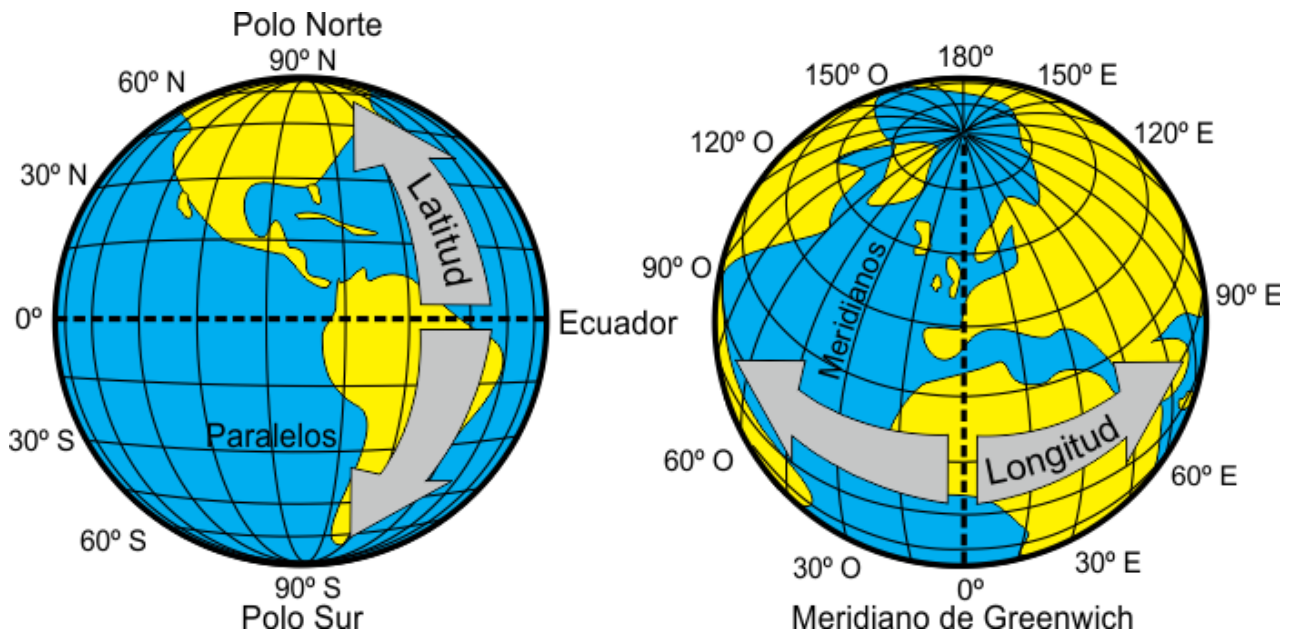
### **SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

Pablo T. Herrera. Ingeniero Eléctrico  
GEO energies [pt@geoenergiesqe.com](mailto:pt@geoenergiesqe.com)

**SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

## SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

El **sistema de coordenadas geográficas** es un sistema que referencia cualquier punto de la superficie terrestre y que utiliza para ello dos coordenadas angulares, **latitud (norte o sur)** y **longitud (este u oeste)**, para determinar los ángulos laterales de la superficie terrestre con respecto al centro de la Tierra y alineadas con su eje de rotación.



### PARALELOS

El **ecuador** es el círculo máximo imaginario perpendicular al eje de rotación de la Tierra y, por tanto, único. Este círculo, equidistante de los polos, divide la Tierra en dos hemisferios: **hemisferio Norte**, semiesfera que abarca desde el ecuador hasta el polo Norte, y **hemisferio Sur**, la otra semiesfera que comprende desde el ecuador hasta el polo Sur.

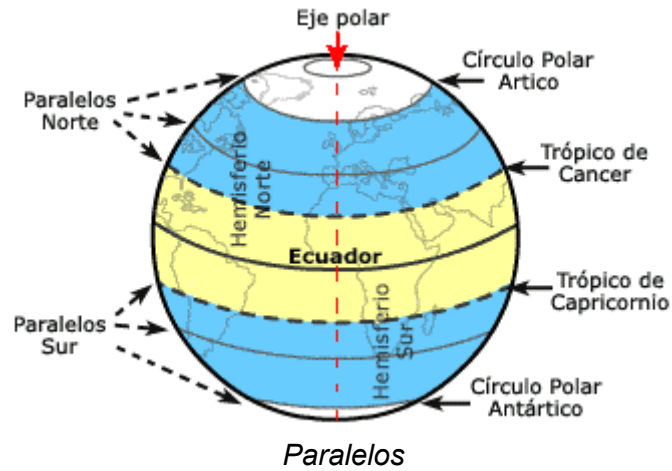
Al norte y al sur del ecuador y, paralelos al mismo, se pueden trazar una sucesión de círculos menores imaginarios que se hacen más pequeños a medida que se acercan a los polos. Estos círculos menores (incluido el ecuador) reciben el nombre de **paralelos**.

A continuación se nombran los cuatro paralelos particulares.

**El Trópico de Cáncer (23°27'N) y el Trópico de Capricornio (23°27'S)**, los cuales marcan los puntos más al norte y al sur del ecuador donde los rayos del sol caen verticalmente, es decir, son las latitudes máximas que alcanza el sol en su movimiento anual aparente. En el solsticio de junio (21-22 de junio) el sol parece hallarse directamente sobre el Trópico de Cáncer mientras que en el solsticio de diciembre (22-23 de diciembre) el sol parece estar directamente sobre el Trópico de Capricornio.

**El Círculo Polar Ártico (66°33'N) y el Círculo Polar Antártico (66°33'S)** que marcan los puntos más al norte y al sur del ecuador donde el sol no se pone en el horizonte o no llega a salir hacia unas fechas determinadas (solsticios). Desde esos círculos hacia los polos respectivos el número de días sin sol se incrementan y luego disminuyen hasta el punto que en los polos se suceden seis meses de oscuridad con otros seis meses de luz diurna. Los círculos polares están a la misma distancia de los polos que los trópicos del ecuador:  $90^\circ - 23^\circ 27' = 66^\circ 33'$ .





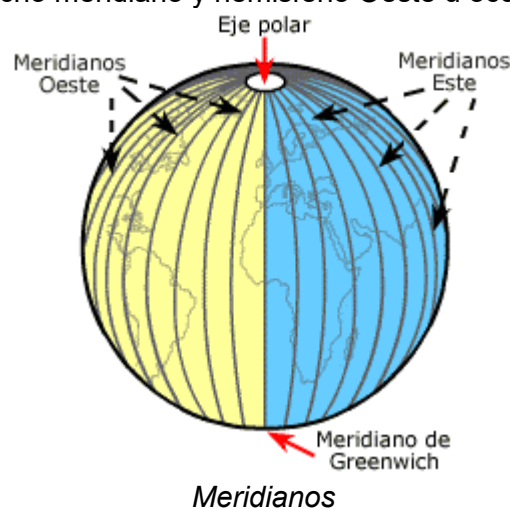
## MERIDIANOS

Los **meridianos** consisten en semicírculos que pasando por los polos son perpendiculares al ecuador.

Cada meridiano está compuesto por dos semicírculos, uno que contiene al meridiano considerado y otro al meridiano opuesto (antimeridiano). Cada meridiano y su antimeridiano dividen la tierra en dos hemisferios, *occidental* y *oriental*. El oriental será el situado al este del meridiano considerado y el occidental el considerado al oeste.

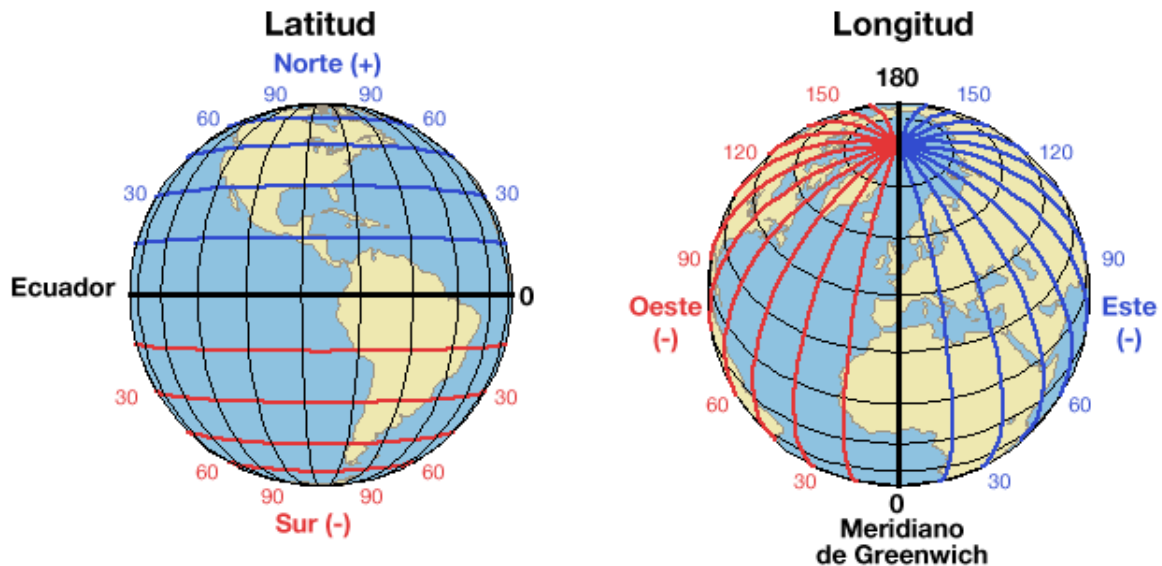
Hasta bien avanzado el siglo XIX cada nación tenía su meridiano origen de longitudes con el resultado que muchos mapas anteriores carecen de unas referencias estandarizadas. El problema fue resuelto en 1884 cuando una comisión internacional designó como meridiano 0° aquel que pasa por el London's Greenwich Observatory (de ahí su denominación) en reconocimiento a su labor investigadora.

Por tanto, el meridiano de **Greenwich** es el cual divide la tierra en dos hemisferios: Este u oriental situado al este de dicho meridiano y hemisferio Oeste u occidental al oeste del mismo.



## LATITUD Y LONGITUD

Por tanto, cualquier lugar de la superficie terrestre puede ser *referenciado* por la intersección de un paralelo y un meridiano, es a partir de estos conceptos de donde surgen las coordenadas de latitud y longitud.



- **Latitud**

La latitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Norte o Sur desde el ecuador y se expresa en medidas angulares que varían desde los  $0^\circ$  del Ecuador hasta los  $90^\circ\text{N}$  ( $+90^\circ$ ) del polo Norte o los  $90^\circ\text{S}$  ( $-90^\circ$ ) del polo Sur. Como podemos ver en la imagen, si trazamos una recta que vaya desde el punto P hasta el centro de la esfera O, el ángulo que forma esa recta con el plano ecuatorial expresa la latitud de dicho punto.

Los grados de latitud están espaciados regularmente, pero el ligero achatamiento de la Tierra en los polos causa que un grado de latitud varíe de 110,57 kms en el ecuador hasta 111,70 kms en los polos.



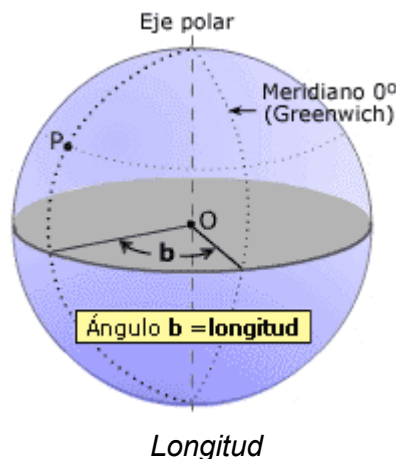
La latitud de un punto en la superficie de la Tierra es el ángulo entre el plano ecuatorial y la línea que pasa por este punto y el centro de la Tierra. Todos los puntos con la misma latitud forman un plano paralelo al plano del ecuador. El ecuador es el paralelo  $0^\circ$  y divide el globo en Norte y Sur; así el polo norte es  $90^\circ$  N y el polo sur es  $90^\circ$  S. La distancia en km a la que equivale un grado de dichos paralelos depende de la latitud, a medida que la latitud aumenta, hacia Norte o Sur, disminuyen los kilómetros por grado. Para el paralelo del Ecuador, sabiendo que la circunferencia que corresponde al Ecuador mide 40 075,017 km,  $1^\circ$  equivale a 111,319 km.<sup>2</sup>

### • Longitud

La longitud proporciona la localización de un lugar, en dirección Este u Oeste desde el meridiano de referencia  $0^\circ$ , o meridiano de Greenwich, expresándose en medidas angulares comprendidas desde los  $0^\circ$  hasta  $180^\circ$ E ( $+180^\circ$ ) y  $180^\circ$ W ( $-180^\circ$ ).

Se puede ver en la imagen que el ángulo  $b$  mide la distancia angular del meridiano del lugar P con el meridiano  $0^\circ$  (meridiano de Greenwich). Es lo mismo medir este ángulo sobre el círculo del ecuador que sobre el círculo del paralelo que pasa por el punto P, el valor angular de  $b$  es igual en ambos casos. En el ejemplo de esta figura, la longitud es Oeste (W) puesto que el meridiano del punto P está al Oeste del meridiano de Greenwich.

Mientras que un grado de latitud corresponde a una distancia casi idéntica como se ha comentado anteriormente, no sucede lo mismo con un grado de longitud dado que los círculos sobre los cuales se miden convergen hacia los polos. En el ecuador, un grado de longitud equivale a 111,32 kms que es el resultado de dividir la circunferencia ecuatorial entre  $360^\circ$ .



La longitud de un punto en la superficie de la Tierra es el ángulo entre el meridiano de referencia y el meridiano que pasa por este punto. El meridiano de referencia, mayormente aceptado, es el meridiano que pasa por el Real Observatorio de Greenwich al sureste de Londres, Inglaterra. Este primer meridiano determina los hemisferios este y oeste. Las líneas de longitud forman semicírculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos. Los meridianos junto con sus correspondientes antimeridianos forman circunferencias de 40 007,161 km de longitud.

La indicación de la altitud exige la elección de un modelo de esferoide que represente la Tierra y estos modelos producen diferentes valores para la altitud. Eso se resuelve utilizando un dato que representa la altitud en los diferentes modelos usados.

La insolación terrestre depende de la latitud. Dada la distancia que nos separa del Sol, los rayos luminosos que llegan hasta nosotros son prácticamente paralelos. La inclinación con que estos rayos inciden sobre la superficie de la Tierra es, pues, variable según la latitud. En la zona intertropical, a mediodía, caen casi verticales, mientras que inciden tanto más inclinados cuanto más se asciende en latitud, es decir cuanto más nos acercamos a los Polos. Así se explica el contraste entre las regiones polares, muy frías y las tropicales, muy cálidas.<sup>4</sup>



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN  
SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR  
ELECTRICOS*

### **SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA**

Eusebio Gonzalez

GEO energies [eg@geoenergiesge.com](mailto:eg@geoenergiesge.com)

**SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA**





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



**GEO**   
ENGINEERING & ENERGIES

## **INDICE**

1.	SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA (SEP) .....	2
1.1.	SUBSISTEMAS DENTRO DE UN SEP .....	2
1.1.1.	GENERACIÓN. ....	3
1.1.2.	TRANSMISIÓN. ....	4
1.1.3.	DISTRIBUCIÓN .....	6
1.1.4.	CONSUMO .....	6
1.2.	EJEMPLOS GRÁFICOS DE UN SEP.....	7
1.2.1.	SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA SIMPLE .....	7
1.2.2.	SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA INTERCONECTADOS. ....	9

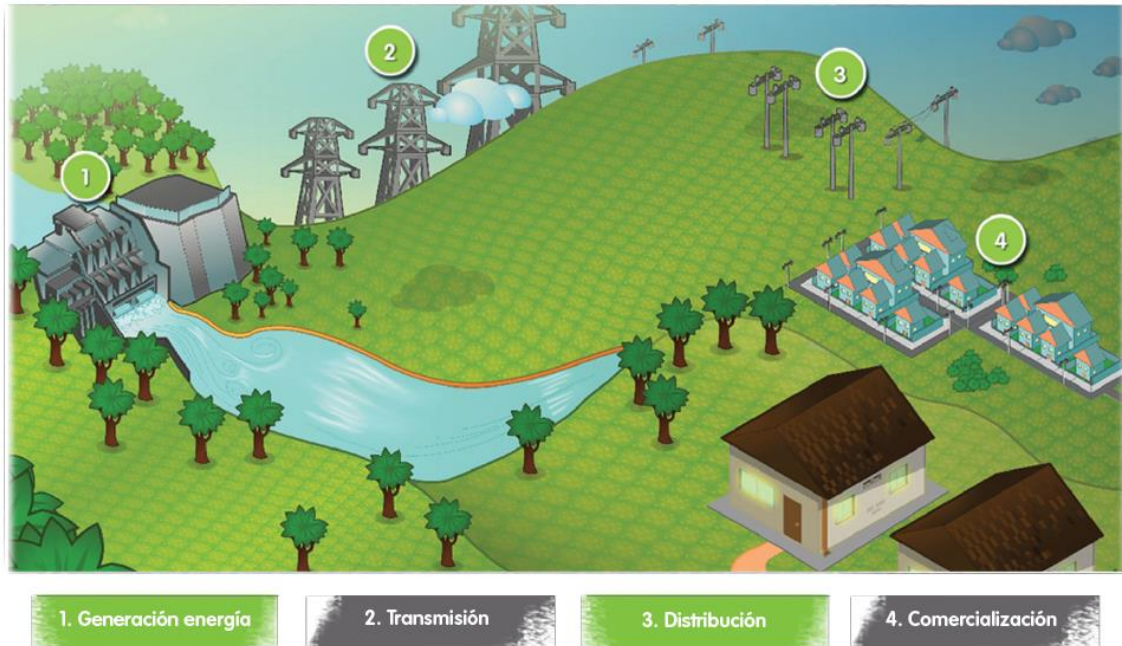
## 1. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA (SEP)

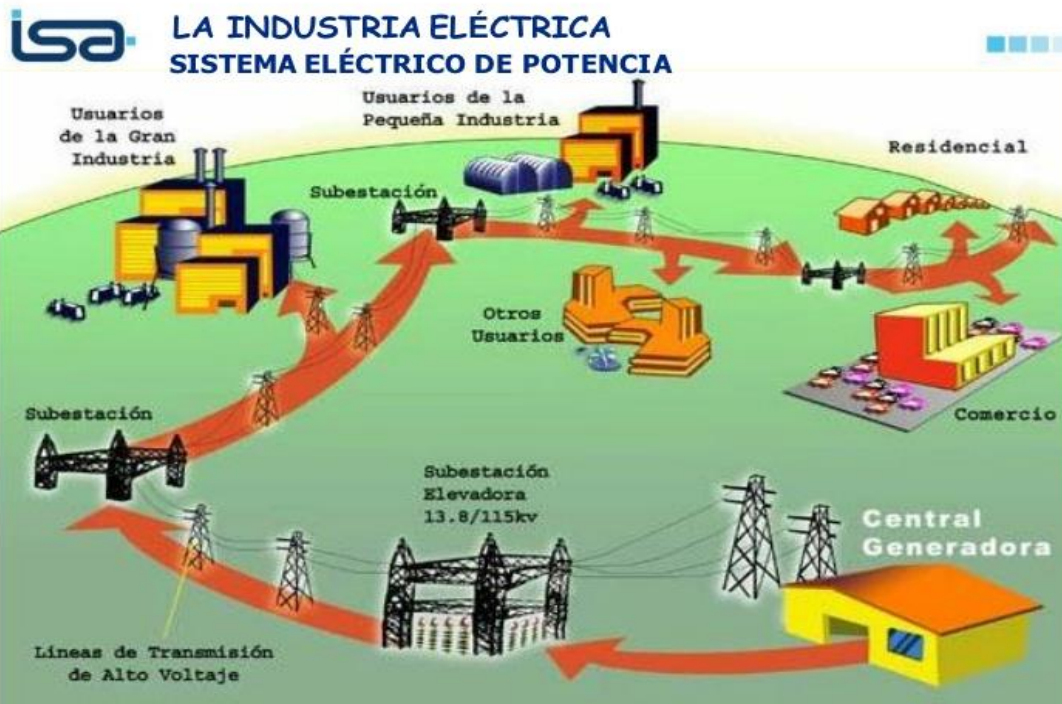
### 1.1. SUBSISTEMAS DENTRO DE UN SEP

Un sistema eléctrico está compuesto, en términos generales, por los siguientes subsistemas:

- 1º. GENERACIÓN DE ENERGÍA
- 2º. TRANSMISIÓN
- 3º. DISTRIBUCIÓN
- 4º. CONSUMO

Todos estos subsistemas tienen una fuerte relación y tienen que funcionar como un todo íntegro y nunca aislado, de ahí la importancia que se entienda, que todo los trabajadores que actúan sobre el sistema eléctrico posean los conocimientos necesarios sobre este y su modo de gestión.





Tecnología en las Operaciones de la Transmisión de Energía Eléctrica



### 1.1.1. GENERACIÓN.

La energía eléctrica se genera en las Centrales Eléctricas. Mayormente en este tipo de instalación se transforma la energía mecánica de una fuente de energía primaria (motor de combustión interna, turbina de vapor, turbina de gas, turbina hidráulica, etc.) en energía eléctrica a través de un alternador. Cuyo principio se basa en hacer girar un conjunto de espiras dentro de un campo magnético pre establecido induciendo una



tención en los terminales de salida de estas espira. Esta tensión puede ir desde decenas de voltios hasta miles de voltios.

Existen otras centrales de generación eléctricas del tipo renovables, conocida como energías limpias como es el caso de las fotovoltaicas que no siempre utilizan el principio anterior sino que convierten la energía solar en energía eléctrica directamente a través del uso de fotoceldas.

### 1.1.2. TRANSMISIÓN.

Este subsistema toma gran importancia cuando se requiere del uso óptimo de la energía generada en un sistema donde las cargas o consumidores se encuentran distantes del punto de generación y se requiere por ende elevar los niveles de tensión generada en las centrales eléctricas de forma tal que se reduzcan las pérdidas de transporte de esta energía. Usualmente las grandes centrales de generación se encuentran a grandes distancias unas de otras por lo que su interconexión se realiza empleando estos tipos de redes.

Las redes de trasmisión pueden adoptar varios tipos de configuraciones en dependencia de la confiabilidad que se requiera, ejemplo de estos tipos de configuraciones pueden ser:

- Radial simple circuito o doble circuito,
- En anillo,
- En Malla, etc.

La determinación de los niveles de tensión a emplear en este subsistema está en dependencia de las distancias y los niveles de potencias a transportar.

Ejemplo de niveles de tensión de transmisión en Guinea Ecuatorial tenemos: 66 kV, 110 kV y 220 kV.





### 1.1.2.1. SUBESTACIONES.

Como parte fundamental de este subsistema dentro de un Sistema Eléctrico de Potencia (SEP), se encuentran las instalaciones llamadas subestaciones. Estas instalaciones tienen dentro del sistema eléctrico tres funciones básicas: 1era, son empleadas para elevar los niveles de tensión generada a la salida de las plantas generadoras, 2da, son empleadas como nodos en los grandes SEP, permitiendo el enlace de varios subsistemas dentro de una gran red de transmisión y 3 era, para reducir el nivel de tensión a los valores de distribución recomendados según las normativas del país.



### 1.1.3. DISTRIBUCIÓN

Dentro de este tipo de redes encontramos dos tipos: las redes de distribución primaria de energía, la que normalmente emplean niveles de media tensión para la operación de la red, en nuestro caso en Guinea Ecuatorial, 15 kV, 20 kV y 33 kV. Estas redes se encuentran extendidas en áreas urbanas y rurales, pueden ser aéreas, o subterráneas (esta última posee mejores indicadores de calidad de servicio eléctrico pero son más costosas). El otro tipo de red de distribución es la secundaria o de baja tensión, que comprende el conjunto de acometidas eléctricas que llegan a cada uno de los centros de consumos a los niveles de tensión de 400/230 V



### 1.1.4. CONSUMO

Dentro del subsistema consumo, podemos encontrar los consumidores o cargas, las que pueden servirse desde cualquier parte del SEP, es decir en dependencia del tipo de carga a servir será el nivel de tensión a la que se encuentre conectado dentro del

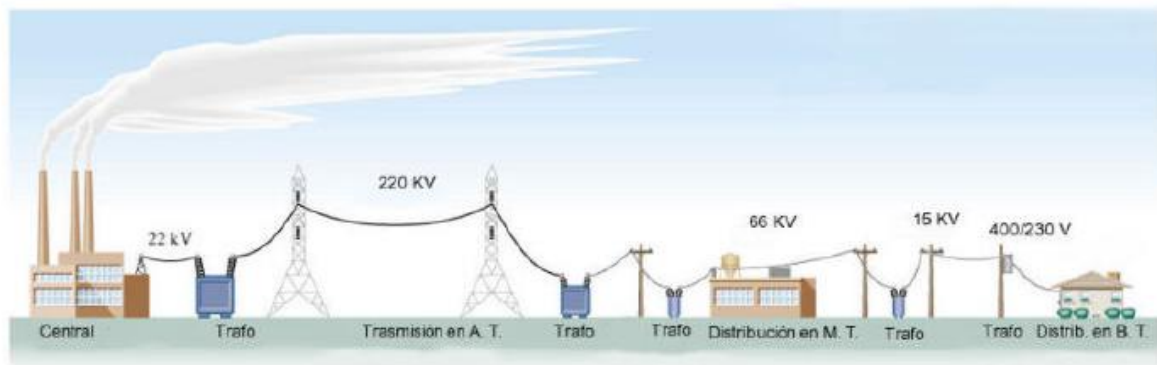


sistema eléctrico. Por ejemplo los grandes consumidores como pueden ser las fábricas de cemento, las acerías entre otras normalmente son alimentadas a los niveles de tensión de transmisión (110 kV o 220 kV), una industria común suele alimentarse a niveles de media tensión (15 kV, 20 kV o 33 kV) y una vivienda se alimenta a los niveles de baja tensión (400V/230 V).

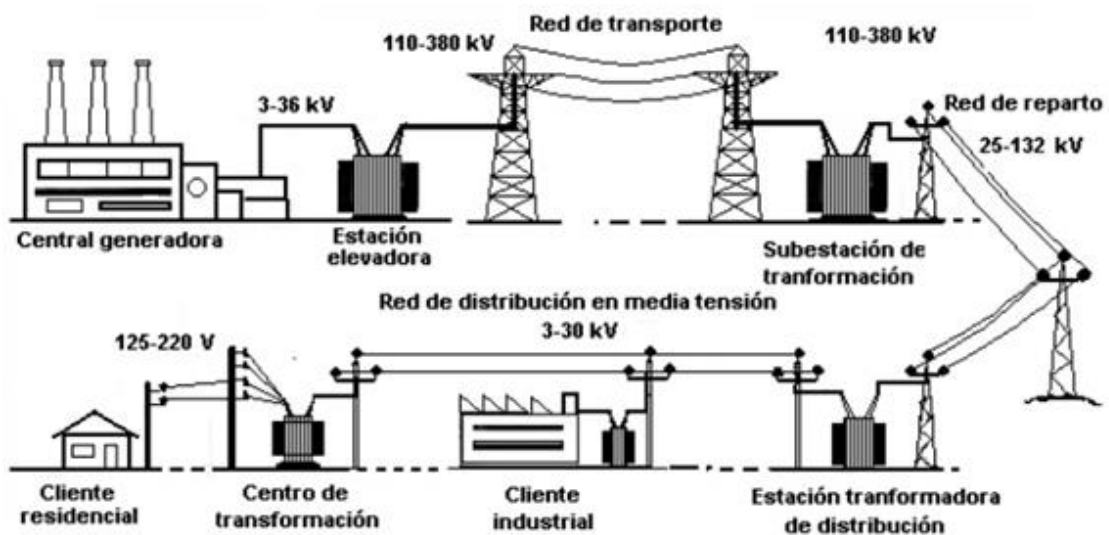
## 1.2. EJEMPLOS GRÁFICOS DE UN SEP.

### 1.2.1. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA SIMPLE

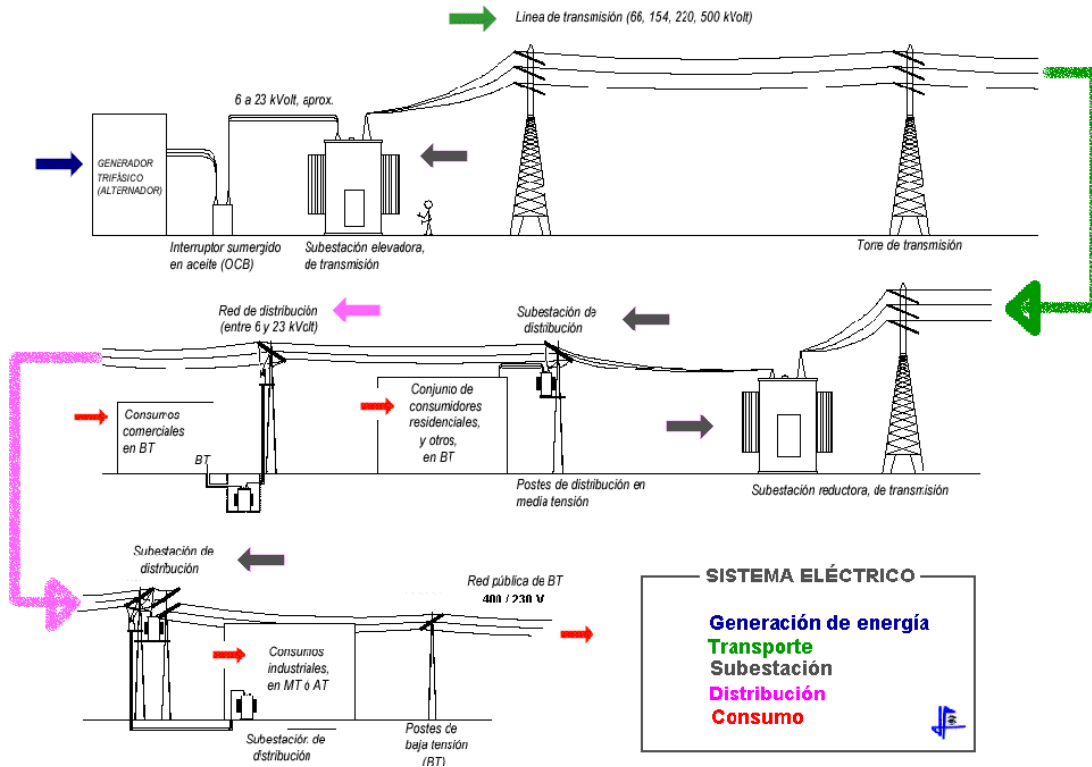
a)



b)



c)



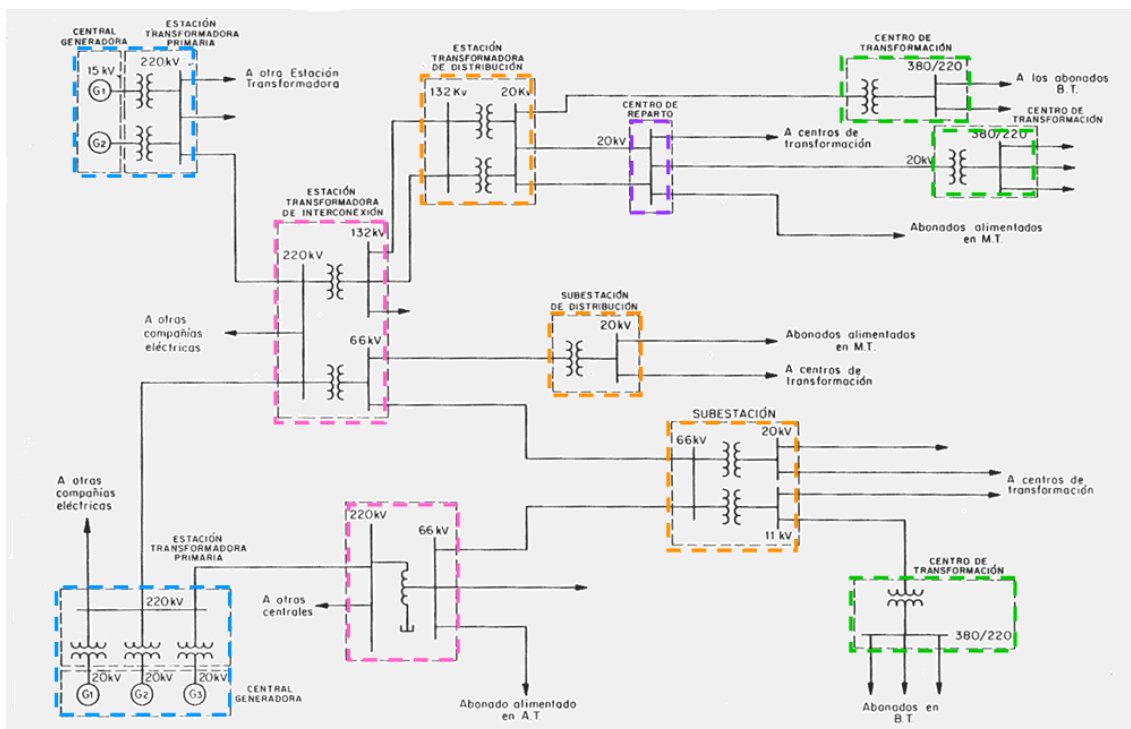
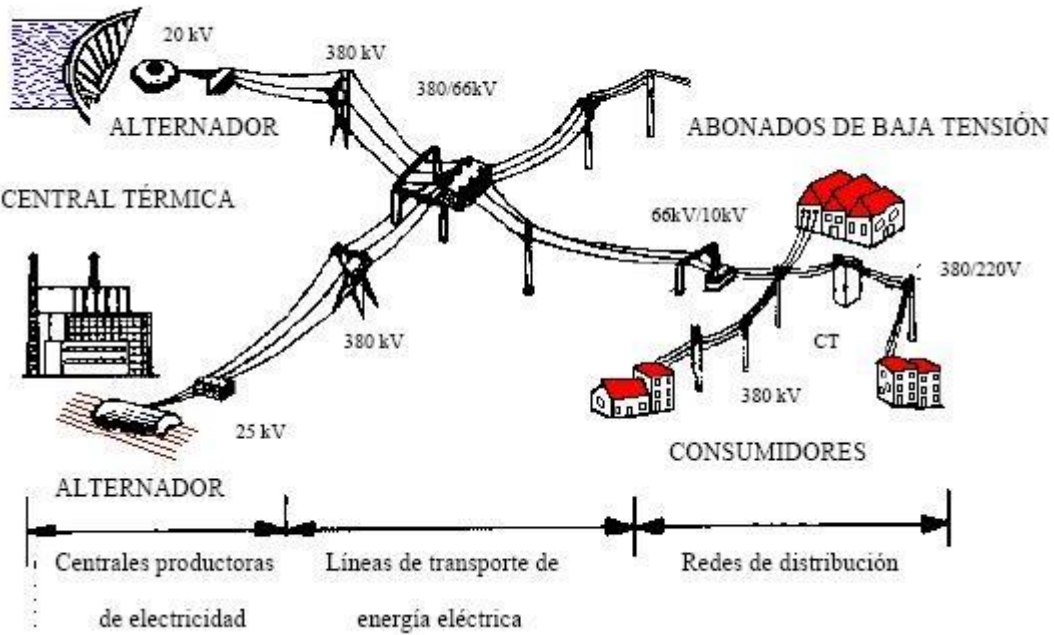


## 1.2.2. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA INTERCONECTADOS.

a)

b)

CENTRAL HIDROELÉCTRICA





Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER  
Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELECTRICOS*

**SISTEMA ELÉCTRICO DE LA REGIÓN INSULAR**  
**DE GUINEA ECUATORIAL**



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).

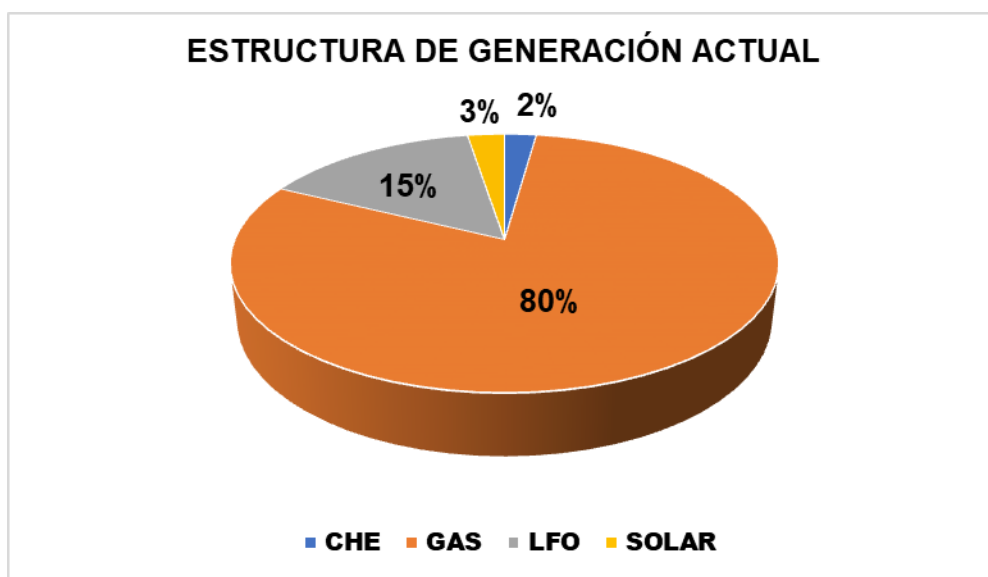


## **INDICE**

<b>1. GENERACIÓN DE ELÉCTRICIDAD. CAPACIDADES INSTALADAS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. ESTRUCTURA DE GENERACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. FOTOTABLA DE LA PRINCIPAL GENERADORA DE LA REGIÓN INSULAR.....</b>	<b>3</b>
<b>2. REDES DE TRANSPORTE Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA REGIÓN INSULAR. ....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. RED DE 66 KV MALABO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1. DETALLES DE LOS TRAMOS DE LA RED DE 66 KV MALABO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. RED DE 33 kV.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1. CIRCUITO SUR.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2. CIRCUITO NORTE.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. RED DE 20 kV.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.1. ZONA 1 – CARACOLAS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.2. ZONA 2 - CENTRO DE LA CIUDAD.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.3. ZONA 3 - ELA NGUEMA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.4. ZONA 4: PARAISO – AEROPUERTO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.5. ZONA 5: SUR DE MALABO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.6. ZONA 6: SANTA MARÍA, SEMU, BANAPÁ, ALCAIDE. ....</b>	<b>12</b>
<b>2.4. RED DE 15 kV.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5. RED DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>15</b>

## 1. GENERACIÓN DE ELÉCTRICIDAD. CAPACIDADES INSTALADAS

### 1.1. ESTRUCTURA DE GENERACIÓN ACTUAL.



#### LEYENDA

**CHE: CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

**GAS: CENTRALES TÉRMICAS A GAS**

**SOLAR: CENTRAL FOTOVOLTAICA**

**LFO: CENTRALES TÉRMICAS A COMBUSTIBLE LIGERO (GASOIL)**

Como se puede apreciar en el gráfico de pastel, 95 % de la capacidad instalada de generación en la Región Insular se soporta sobre la generación térmica, destacándose la generación con gas acompañante de la extracción del petróleo con un 80 % y el otro 15 % generada a partir del uso del Gasoil. El restante 5 % de la estructura de generación actual lo constituye la energía renovable dividiéndose esta en 3 % con energía solar fotovoltaica (concentrada en la isla de Annobon) y un 2 % con pequeñas centrales hidroeléctricas. En buen momento destacar que ambas centrales hidroeléctricas se encuentran fuera de servicio actualmente, al igual que la central térmica de Semu. Dentro de las proyecciones gubernamentales con horizonte 2020 se encuentra el fortalecimiento del sistema con el uso de las energías renovables.



## 1.2. FOTOTABLA DE LA PRINCIPAL GENERADORA DE LA REGIÓN INSULAR.



**Central Térmica de Turbo Gas 126 MW de Capacidad Instalada (Expansión)**



**Central Térmica de Turbo Gas 28 MW de Capacidad Instalada (Antiguas Unidades)**

**CENTRAL DE GENERACIÓN TÉRMICA TURBO GAS 154 MW INSTALADOS**

## 2. REDES DE TRANSPORTE Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA REGIÓN INSULAR.

### 2.1. RED DE 66 KV MALABO

La red de 66 kV de Malabo enlaza las siete (7) subestaciones principales del sistema eléctrico insular, entre ellas la subestación Punta Europa, la cual a su vez conecta la red de 66 kV con las plantas generadoras ubicadas al norte de la isla de Bioko. Esta red es considerada la red de alta tensión de la isla de Bioko.

Esta red de alta tensión es subterránea y está construida con conductores de Aluminio con aislamiento seco, de 400 mm<sup>2</sup> y 500 mm<sup>2</sup> de sección transversal, abarca una longitud total de **65.286** km. Esta red de alta tensión, posee una configuración tipo lazo, el cual opera cerrado transmitiendo energía en diferentes direcciones según las necesidades del sistema eléctrico de la isla hacia las subestaciones, en estas subestaciones se transforma el voltaje hasta valores de 15.0 kV, 20.0 kV y 33.0 kV para su posterior distribución. Existen trazas de la línea que enlazan algunas subestaciones en doble circuito, mientras que el resto de los enlaces son simples.

La red de 66 kV es relativamente nueva y se encuentra en buen estado técnico.

#### 2.1.1. DETALLES DE LOS TRAMOS DE LA RED DE 66 KV MALABO

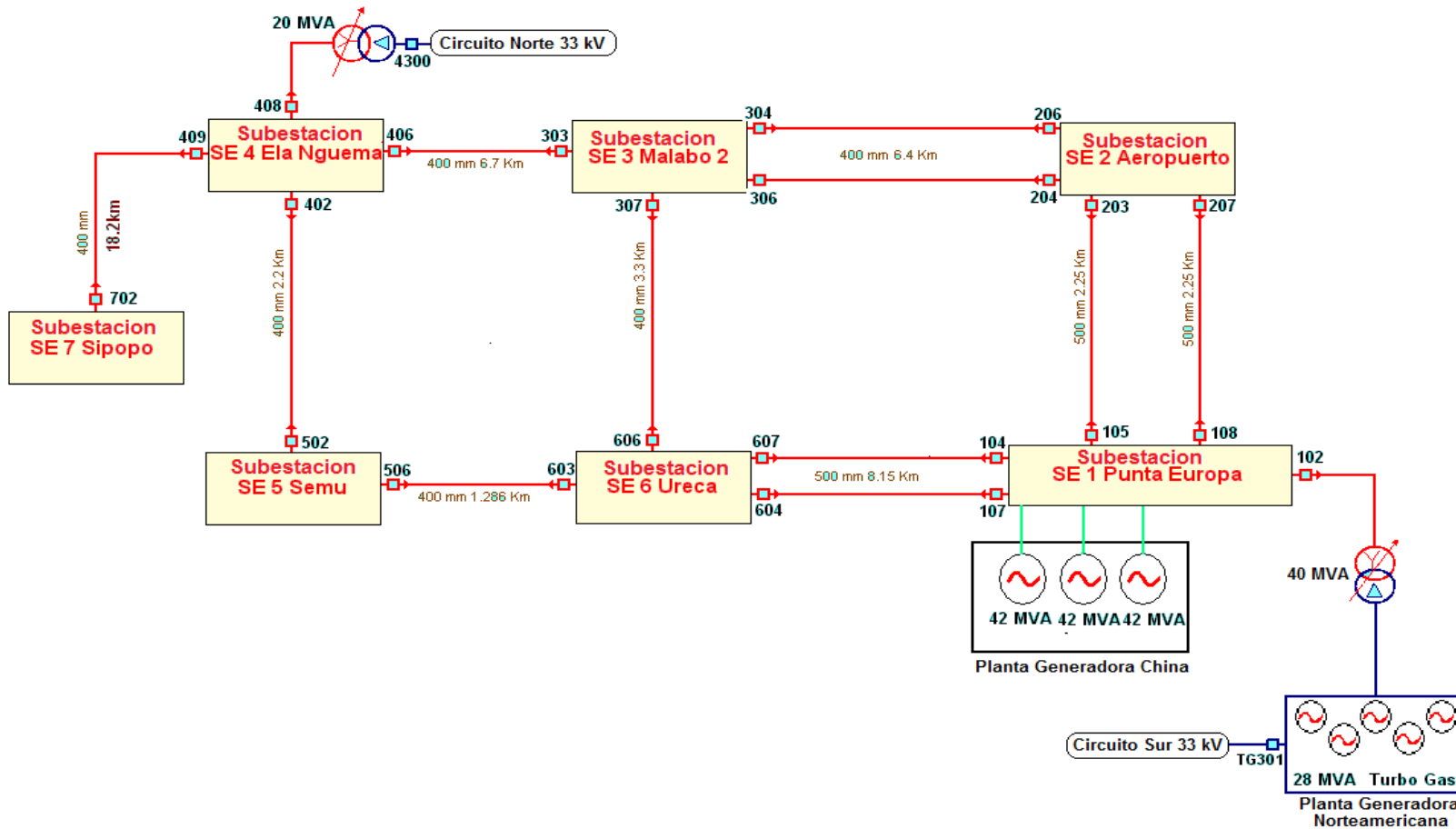
No	Sub-Est. Inicio	Sub-Est. Final	No. De Circuitos	Longitud (km)	Calibre
1	Punta Europa	Aeropuerto	2	2.25	500 mm Al
2	Aeropuerto	Malabo 2	2	6.4	400 mm Al
3	Punta Europa	Ureca	2	8.15	500 mm Al
4	Malabo II	Ureca	1	3.3	400 mm Al
5	Semu	Ureca	1	1.286	400 mm Al
6	Semu	Ela Nguema	1	2.2	400 mm Al
7	Malabo II	Ela Nguema	1	6.7	400 mm Al
8	Ela Nguema	Sipopo	1	18.2	400 mm Al
<b>TOTAL</b>				<b>65.286</b>	



50 AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

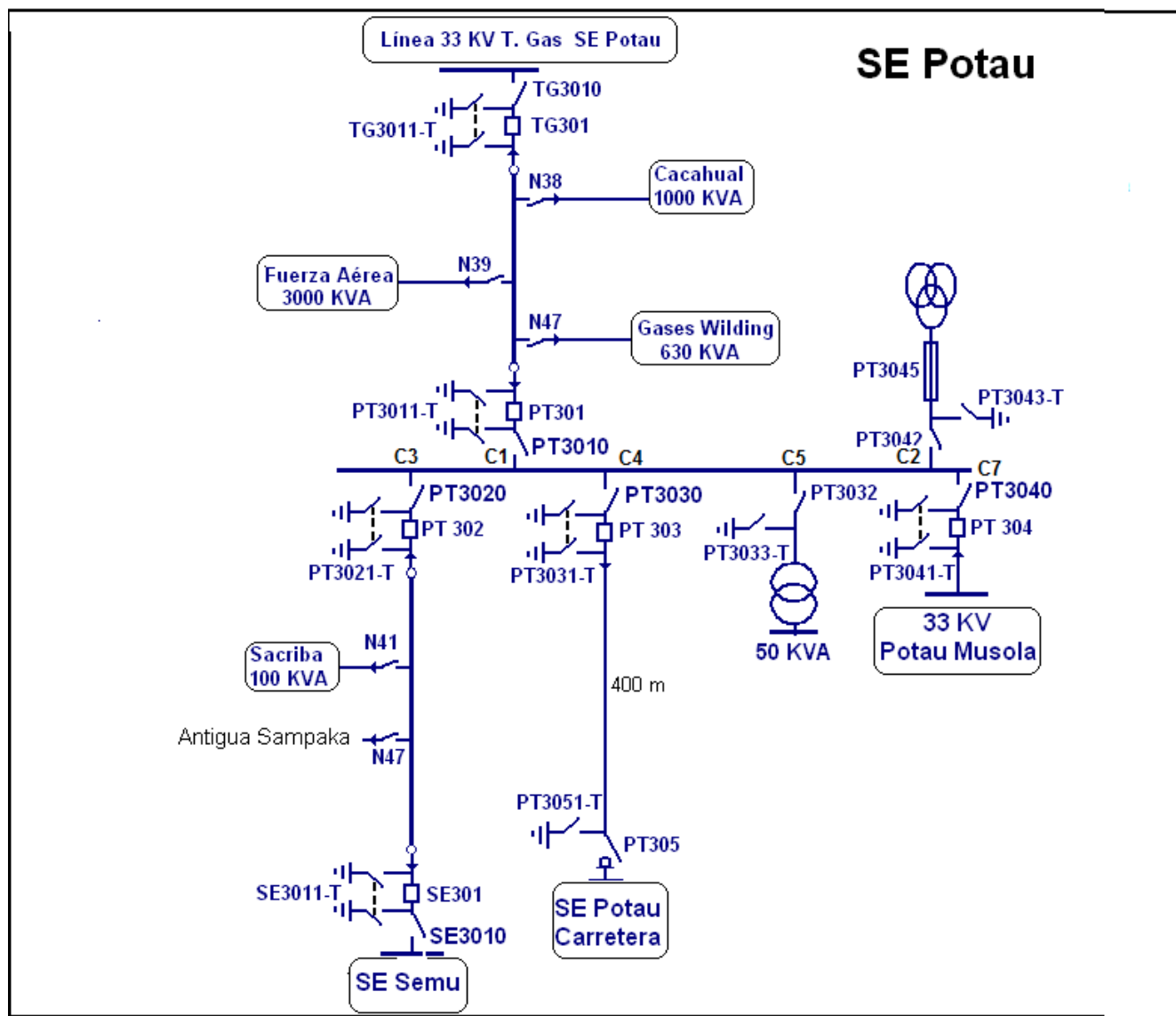
Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



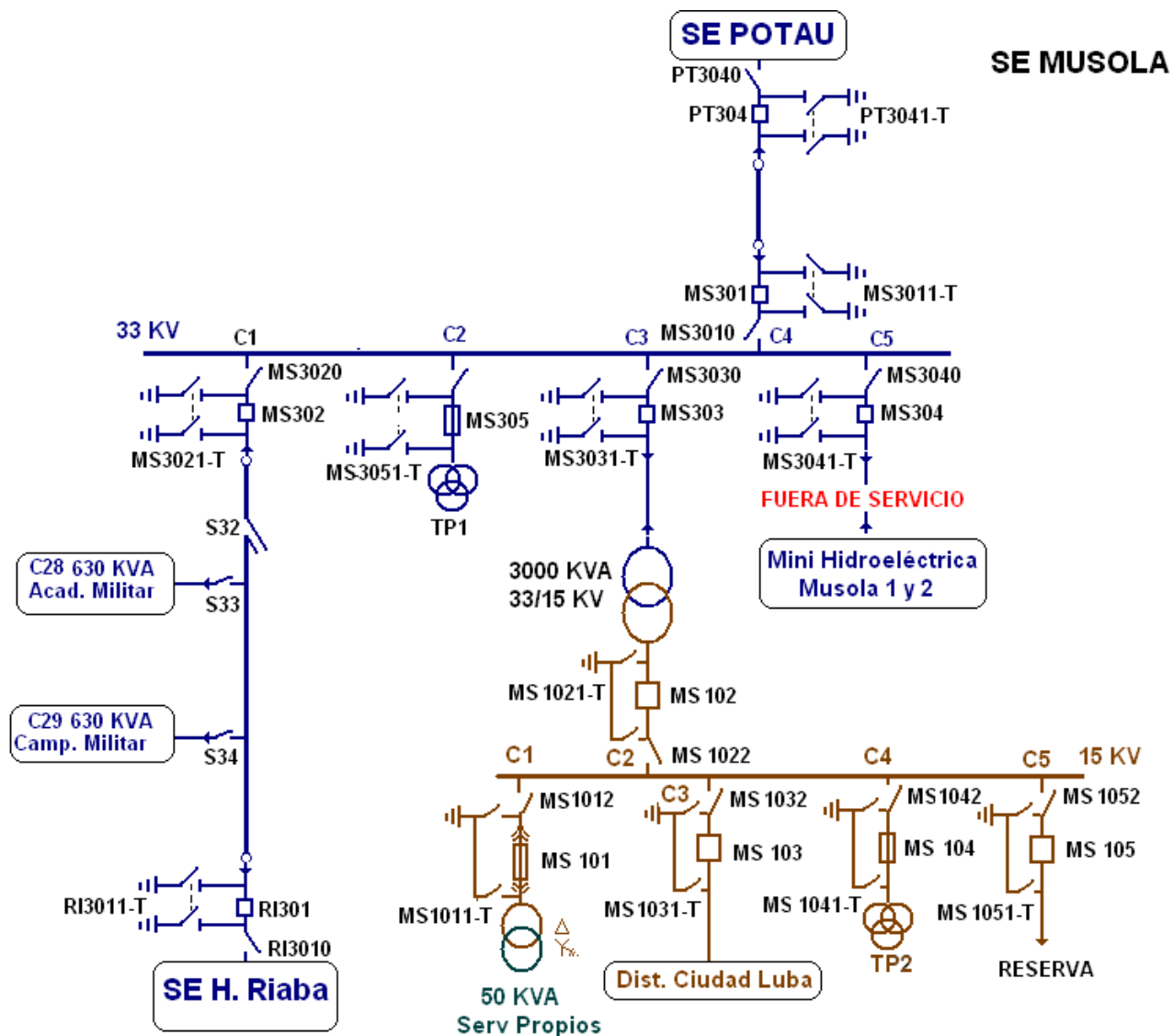
## 2.2. RED DE 33 kV

### 2.2.1. CIRCUITO SUR.

Como aparece reflejado en los esquemas mono lineales, desde la Plata Turbo Gas, a 33 kV se extiende una línea que llega a la **SE Potau**. Desde esta Subestación (SE), salen tres circuitos a igual tensión distribuidos de la siguiente manera: un circuito hacia la **SE Semu**, otro circuito a la **SE Potau Carretera** y un tercer circuito que enlaza la barra de 33 kV de la **SE Musola**. Desde esta SE salen sendos circuito hasta las barras de 33 kV de la **SE Mini Hidroeléctrica de Riaba**.

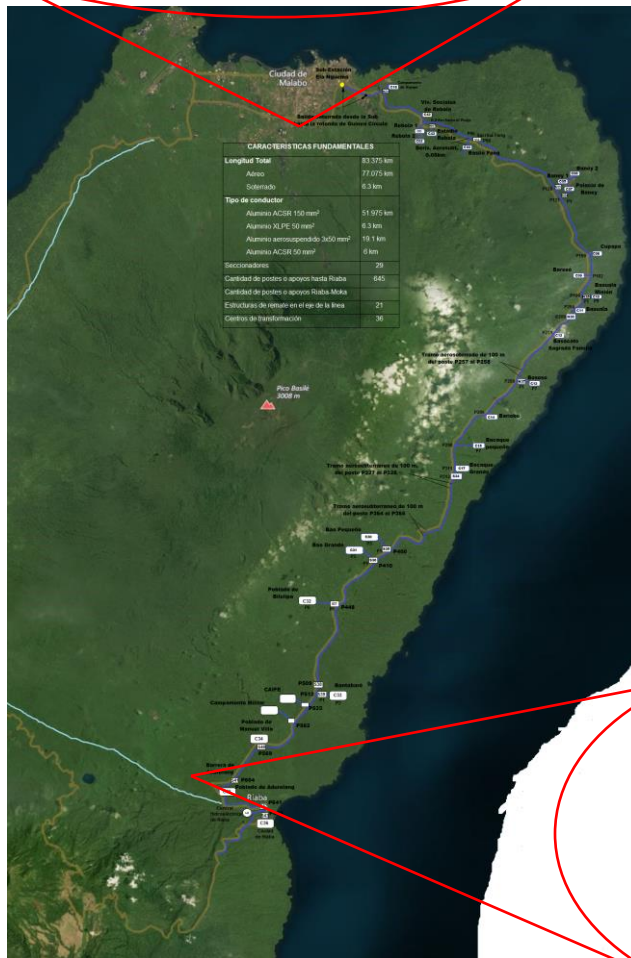






## 2.2.2. CIRCUITO NORTE

El circuito norte parte desde la barra de 33 kV de la SE ELA NGUEMA y se extiende por toda la costa norte de la región hasta llegar a la ciudad de Riaba. Este circuito posee una longitud total de aproximadamente 83 km, de ellos 77 km están emplazados en líneas aéreas y 6 km en línea soterrada.



## 2.3. RED DE 20 kV.

Para la electrificación de la ciudad, se dividió la misma en seis (6) zonas geográficas, para una mejor planificación, ejecución y control de calidad de las obras. Se instalaron cerca de 650 kilómetros de cables de Media Tensión y un total de 215 transformadores y cerca de 5.000 cuadros de control y distribución.

### 2.3.1. ZONA 1 – CARACOLAS

Esta zona cuenta con aproximadamente **17,5 km** de cables de media tensión (20kV) y catorce (**14**) centros de transformación (CT). De estos CT, seis (**6**) tienen una capacidad de 1.000 kVA, (**2**) de 800 kVA y (**6**) de 630 kVA.

#### TABLA RESUME EL TRABAJO REALIZADO EN ESTA ZONA

No.	TRABAJOS REALIZADOS	ZONA 1: CARACOLAS
<b>1.0</b>	<b>Nuevas líneas con cables subterráneos de 20 kV</b>	Cantidad
1.1	Cable YJLV - 18/30kV - 1 x 150 mm <sup>2</sup>	<b>17.500 km</b>
<b>2.0</b>	<b>Centros de transformación de 20/0.4 kV</b>	<b>14</b>
2.1	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 630 kVA)	6
2.2	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 800 kVA)	2
2.3	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 1000 kVA)	6

### 2.3.2. ZONA 2 - CENTRO DE LA CIUDAD.

Esta zona posee una extensión de aproximadamente treinta seis **(36) km** de cables de media tensión (20 kV), Para alimentar adecuadamente esta zona, se instalaron veintiocho **(28)** centros de transformaciones. Diez y nueve **(19)** casetas de transformadores que tendrán una capacidad de 1000 kVA, uno **(1)** de 800 kVA y ocho **(8)** de 630 kVA.

**TABLA RESUME EL TRABAJO REALIZADO EN LA ZONA 2.**

No.	TRABAJOS PREVISTOS	CENTRO DE LA CIUDAD
<b>1.0</b>	<b>Nuevas líneas con cables subterráneos de 20 kV</b>	Cantidad
1.1	Cable YJLV - 18/30kV - 1 x 150 mm <sup>2</sup> (km)	36.300
<b>2.0</b>	<b>Casetas de transformación de 20/0.4 KV</b>	28
2.1	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 630 KVA)	8
2.2	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 800 KVA)	1
2.3	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 1000 KVA)	19

### 2.3.3. ZONA 3 - ELA NGUEMA

En esta zona, se enterraron aproximadamente **68** kilómetros de cables de media tensión (20 KV) y se montaron un total de treinta y un **(31)** casetas de transformaciones. Dos **(2)** casetas de transformaciones con una capacidad de 1.000 KVA, tres **(3)** de 800 KVA y veintiséis **(26)** de 630 KVA.



### TABLA RESUME EL TRABAJO REALIZADO EN LA ZONA 3, ELA NGUEMA.

No.	TRABAJOS REALIZADOS	ELA NGUEMA
<b>1.0</b>	<b>Nuevas líneas con cables subterráneos de 20 kV</b>	<b>Cantidad</b>
1.1	Cable YJLV - 18/30kV - 1 x 150 mm <sup>2</sup> (km)	68.400
<b>2.0</b>	<b>Casetas de transformación de 20/0.4 KV</b>	<b>31</b>
2.1	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 630 KVA)	26
2.2	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 800 KVA)	3
2.3	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 1000 KVA)	2

### 2.3.4. ZONA 4: PARAISO – AEROPUERTO.

En este sector, se enterraron unos **150 km** de cables de media tensión (20 kV). Para alimentar adecuadamente esta zona, se instalaron de treinta y ocho (**38**) casetas de transformaciones. Nueve (**9**) casetas de transformadores con una capacidad de 1000 kVA, veintiséis (**26**) de 800 kVA y tres (**3**) de 630 kVA.

### TABLA RESUME EL TRABAJO REALIZADO EN LA ZONA 4 .

No.	TRABAJOS REALIZADOS	PARAISO-AEROPUERTO
<b>1.0</b>	<b>Nuevas líneas con cables subterráneos de 20 kV</b>	<b>Cantidad</b>
1.1	Cable YJLV - 18/30kV - 1 x 150 mm <sup>2</sup> (km)	150
<b>2.0</b>	<b>Casetas de transformación de 20/0.4 KV</b>	<b>38</b>
2.1	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 630 KVA)	3
2.2	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 800 KVA)	26
2.3	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 1000 KVA)	9

### 2.3.5. ZONA 5: SUR DE MALABO

El trabajo realizado en esta zona, comprende el enterramiento de aproximadamente unos de **265 km** de cables de media tensión (20 kV), además se instalaron cuarenta y ocho (**48**) casetas de transformación, once (**11**) casetas de transformación de una capacidad de 1000 kVA, veintinueve (**29**) 800 kVA y ocho (**8**) de 630 Kva

**TABLA RESUME EL TRABAJO REALIZADO EN LA ZONA 5. MALABO SUR**

No .	TRABAJOS REALIZADOS	MALABO SUR
<b>1.0</b>	<b>Nuevas líneas con cables subterráneos de 20 kV</b>	<b>Cantidad</b>
1.1	Cable YJLV - 18/30kV - 1 x 150 mm <sup>2</sup> (Km)	265
<b>2.0</b>	<b>Casetas de transformación de 20/0.4 KV</b>	<b>48</b>
2.1	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 630 KVA)	8
2.2	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 800 KVA)	29
2.3	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 1000 KVA)	11

### 2.3.6. ZONA 6: SANTA MARÍA, SEMU, BANAPÁ, ALCAIDE.

En esta zona, se enterraron aproximadamente **124 km** de cables de media tensión (20 kV) y un total de cincuenta y seis (**56**) casetas de transformación. Dos (**2**) casetas de transformación con capacidad de 1000 kVA, cuatro (**4**) de 800 kVA, y cincuenta (**50**) de 630 kVA.

**TABLA RESUME EL TRABAJO REALIZADO EN LA ZONA 6.**

No.	TRABAJOS REALIZADOS	SANTA MARIA-SEMU – BANAPA-ALCAIDE
<b>1.0</b>	<b>Nuevas líneas con cables subterráneos de 20 kV</b>	<b>Cantidad</b>
1.1	Cable YJLV - 18/30kV - 1 x 150	123.8



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).

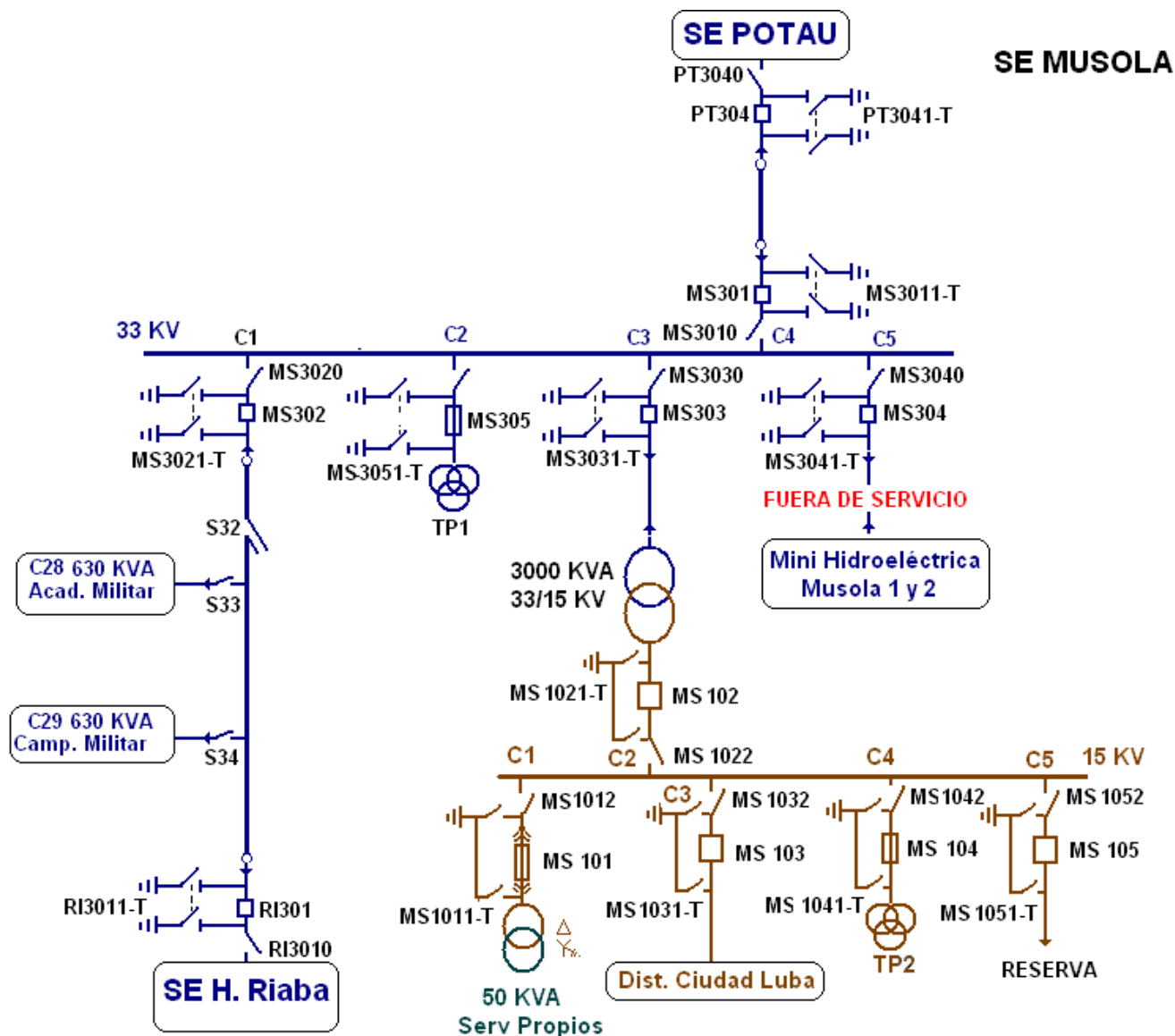


**GEO**   
ENGINEERING & ENERGIES

	mm <sup>2</sup> (km)	
<b>2.0</b>	<b>Casetas de transformación de 20/0.4 KV</b>	<b>56</b>
2.1	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 630 KVA)	50
2.2	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 800 KVA)	4
2.3	20kV/0,4kV Casetas de transformación ( 1000 KVA)	2







## 2.5. RED DE BAJA TENSIÓN.

La Red de baja tensión (400V), abarca un total de 2033 km de cables soterrado. De ellos 893 km alimentan los armarios de distribución y 1140 km alimentan el sistema de alumbrado urbano.



Identificación de las necesidades de conocimientos sobre TER. Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios (técnicos del MIE, MBMA y Segesa).



*PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables*

*CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR ELÉCTRICOS*

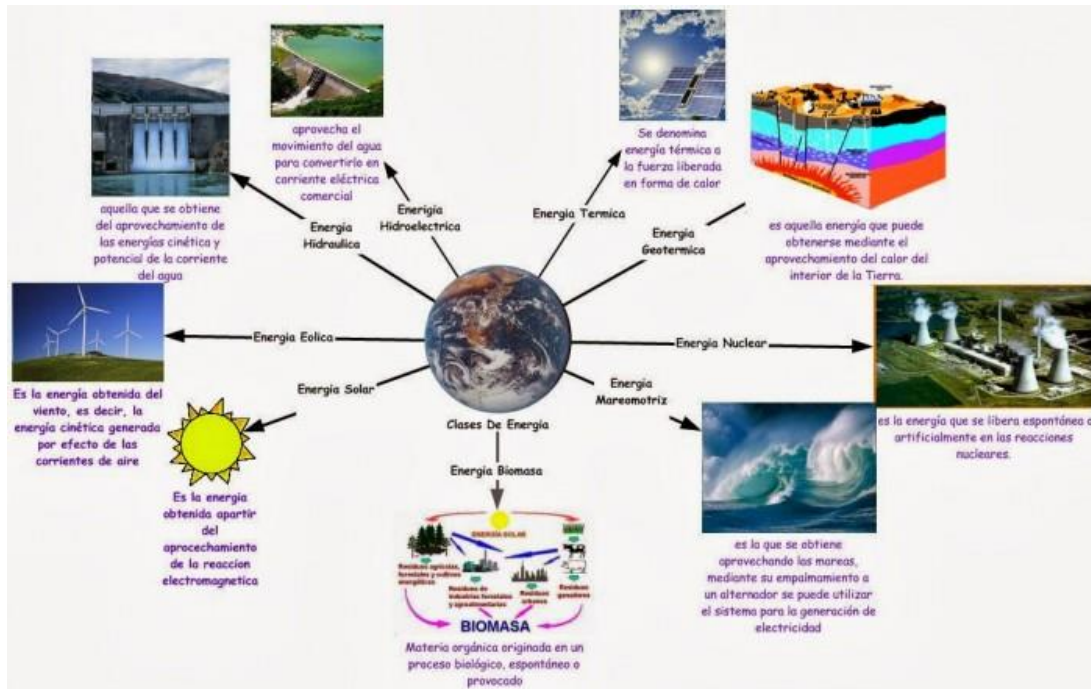
**ENERGIA**

**ENERGIA ELÉCTRICA**

## ENERGÍA

Capacidad que tiene la materia de **producir trabajo** en forma de movimiento, luz, calor, etc.

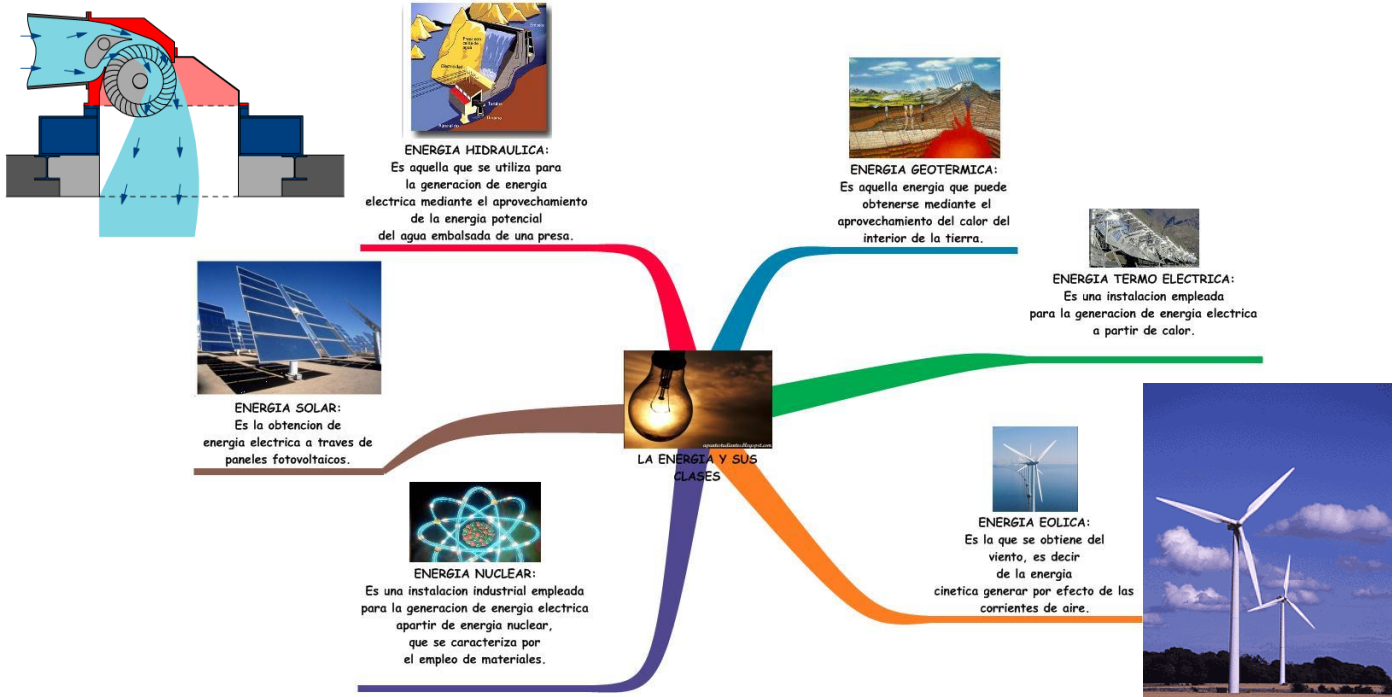
Según la forma o el sistema físico en que se manifiesta, se consideran diferentes formas de energía: térmica, mecánica, eléctrica, química, electromagnética, nuclear, luminosa, etc.



- Energía atómica o nuclear
- Energía cinética
- Energía hidráulica
- Energía solar
- Energía eléctrica
- Energía eólica

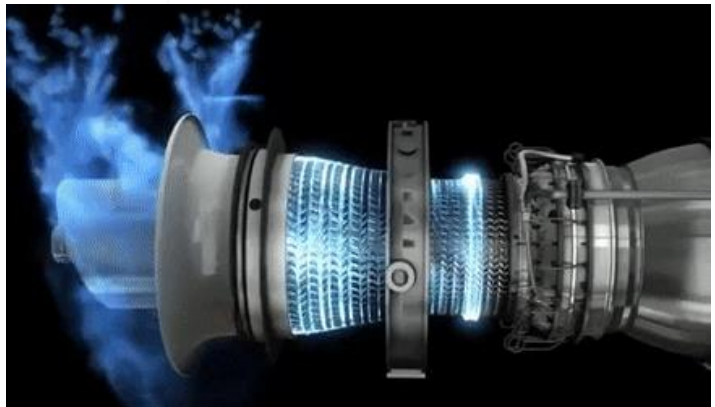
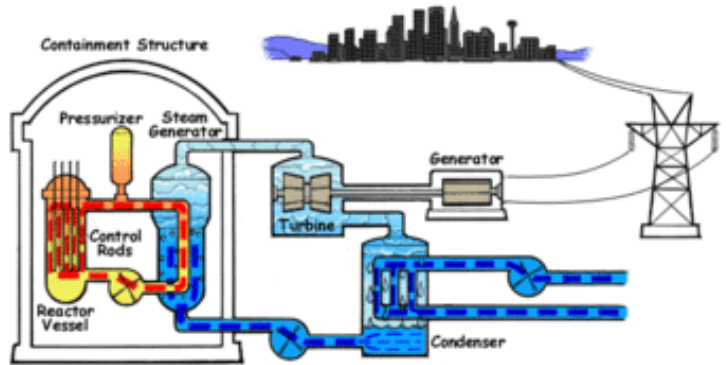
**La energía no se crea ni se destruye, simplemente se transforma;** ésta es la **ley de la conservación de la energía**. Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante los procesos adecuados; es decir, **que la energía puede tomar apariencia de corriente eléctrica, luz, calor, sonido y movimiento**.

Por ejemplo, la conversión de energía que se produce al enchufar una plancha, una vez conectada, **la energía eléctrica que circula a través de la resistencia se convierte en energía térmica o calórica**. Los seres humanos también utilizamos y transformamos la energía en nuestro cuerpo para efectuar diferentes trabajos.

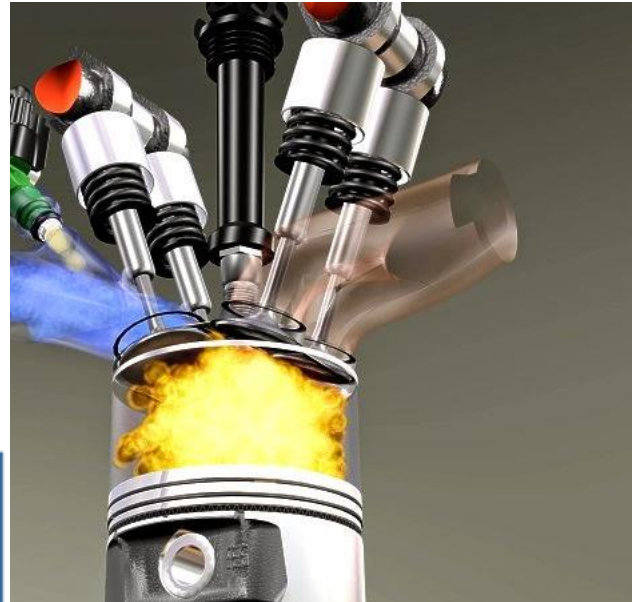
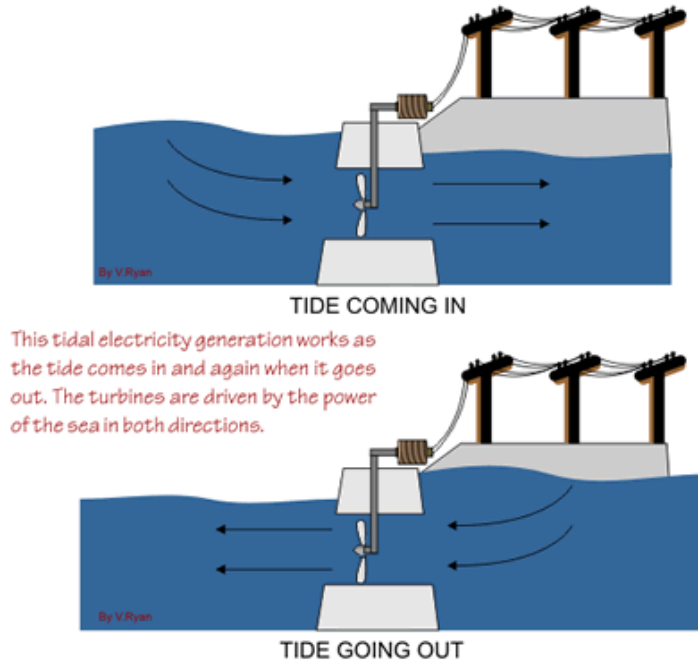


Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante procesos

Hoy en día la principal fuente de energía proviene del petróleo, recordemos que es un recurso no renovable, y tarde o temprano se agotará. Debido a esto se están implementando energías alternativas, como el hidrógeno, energía eólica, solar, nuclear, geotérmica, oceánica, hidroelectricidad y bioenergía, no obstante, algunas requieren de altos costos económicos y presentan todavía inconvenientes.







**POTENCIA** (P) es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo.

Se mide en watios ( W )

**Tipos de potencia:**

- Potencia mecánica
- Potencia eléctrica
- Potencia calorífica
- Potencia sonora

## ELECTRICIDAD

### INTRODUCCIÓN

La electricidad es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas. Se manifiesta en una gran variedad de fenómenos como los rayos, la electricidad estática, la inducción electromagnética o el flujo de corriente eléctrica. Es una forma de energía tan versátil que tiene un sinnúmero de aplicaciones, por ejemplo: transporte, climatización, iluminación y computación.

La electricidad es una forma de energía producida por el movimiento de los electrones de la capa externa de los átomos que hay en la superficie de un material conductor.

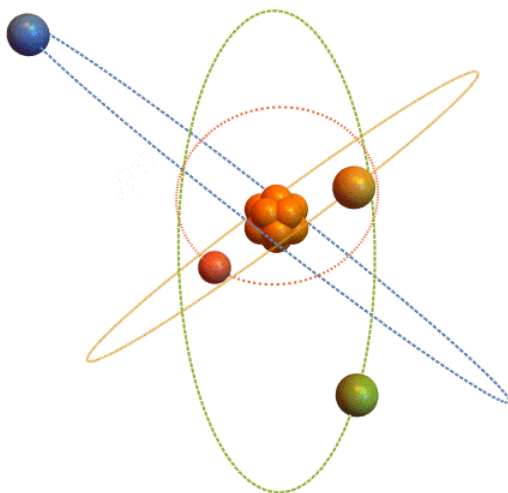
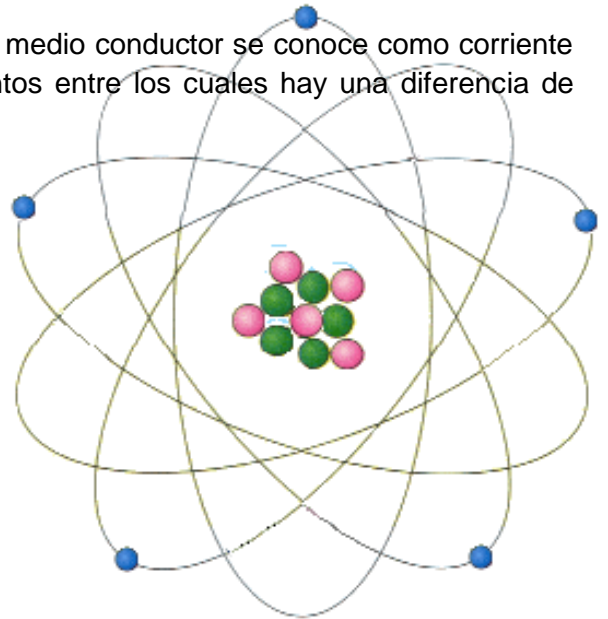
La electricidad es un fenómeno íntimamente ligado en la materia y a la vida. Todo lo que vemos en nuestro alrededor -y también lo que no vemos- está integrado por electrones, partículas que giran alrededor de los núcleos atómicos.

El movimiento de paso cargas eléctricas a través de un medio conductor se conoce como corriente eléctrica y se origina en el poner contacto dos elementos entre los cuales hay una diferencia de potencial.

La electricidad es una forma de energía.

Es el movimiento de los electrones de de los átomos

Se produce en un material conductor.

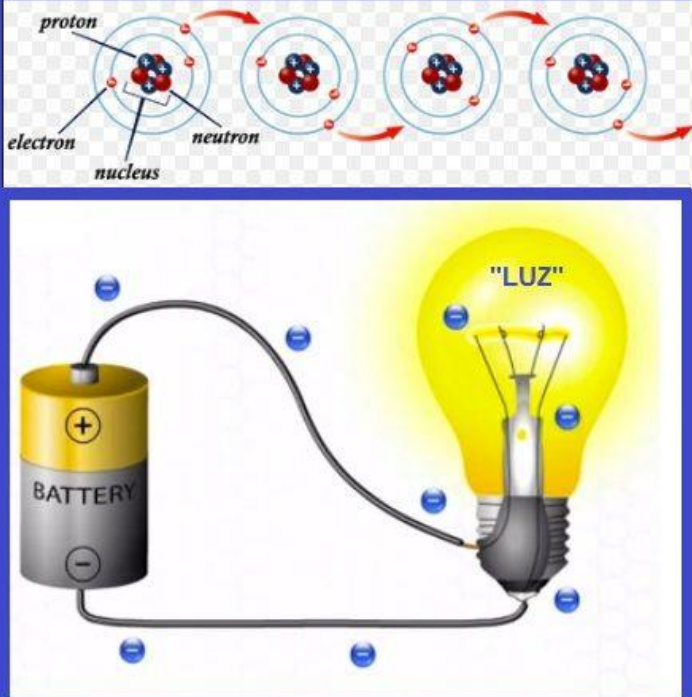


## ¿Qué es la Electricidad?

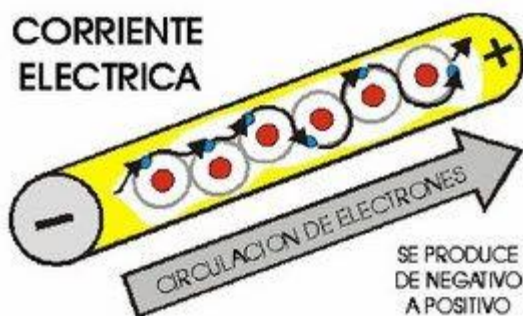
La electricidad es un conjunto de fenómenos físicos que se producen cuando existe un movimiento de los electrones de los átomos que forman cualquier tipo de materia. Los fenómenos físicos que produce pueden ser luz (bombilla), calor (radiador eléctrico), movimiento (motores), etc. Luego veremos estos fenómenos.

# ¿Qué es la Electricidad?

Fenómenos producidos por el Movimiento de Electrones



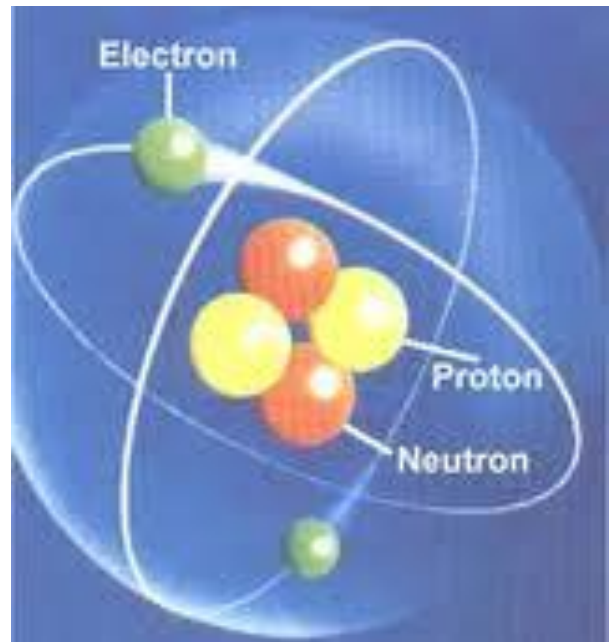
Es decir cuando se mueven los electrones de los átomos de un material (cobre, aluminio, etc.) se produce la electricidad. Este movimiento de electrones se conoce como corriente eléctrica.



Para hablar de la electricidad debemos conocer el átomo, explicaremos solo lo necesario para entender la electricidad, sin profundizar demasiado, lo justo para entenderlo.

La materia o cualquier material está formado por partículas muy pequeñas (no se ven a simple vista) llamadas átomos.

El átomo está formado por un núcleo en cuyo interior se encuentran otras partículas, aún más pequeñas, llamadas protones y neutrones. Los **protones** tienen **carga eléctrica positiva** y los neutrones solo tienen masa pero no tienen carga eléctrica.



Pero lo que realmente nos importa para la electricidad son los **electrones**. Son partículas con **carga eléctrica negativa** que están girando alrededor del núcleo del átomo. Recuerda, tenemos que moverlos.

El átomo, en **estado neutro**, tiene el mismo número de protones que de electrones, como los dos tienen la misma carga pero uno + y el otro negativa, el cómputo global de su carga es cero, es decir el átomo **no tiene carga eléctrica en estado natural**.

Pero **los electrones podemos arrancarlos del átomo al que pertenecen y moverlos a otro átomo** que esté a su lado, es decir podemos "mover electrones", o lo que es lo mismo generar electricidad.

Lo que nos interesa es que los electrones ( $e^-$ ) se muevan a través de los átomos de un material, de un átomo a otro, por ejemplo electrones moviéndose a través de los átomos de un cable o conductor, ya que es la forma de "conducir" electricidad.

Hemos ampliado millones de veces los átomos de un material, por ejemplo cobre, nos quedamos con 3 y mira lo que hacemos.



Cada átomo tiene 6  $e^-$  con carga negativa y 6 protones en el núcleo con carga positiva.

Quitamos un  $e^-$  al primero y se lo pasamos al segundo. Automáticamente el primer átomo queda con carga positiva y el segundo queda con carga negativa.

Ahora movemos el  $e^-$  al tercer átomo y así sucesivamente.

Si te das cuenta, cuando robamos un  $e^-$  al átomo, este se queda con un "**hueco**" vacío. Nada más



que pueda, rellenará este hueco con otro e- para estar en estado neutro **que es como le gusta estar**, el efecto que veríamos es un movimiento de electrones, de átomo en átomo a través del material. **¡¡¡Eso es la electricidad!!!**

### Efectos o Fenómenos de la electricidad

Por ejemplo si hacemos pasar electricidad por un filamento, hilo enroscado, por un material llamado tungsteno o de wolframio, resulta que... ¡¡¡se genera luz!!!. ¿útil no?.

Pero los efectos de la electricidad son muchos más. Los elementos que producen efectos al ser atravesados por la electricidad (e-) se llaman receptores. Veamos algunos de los principales:

- Receptores luminosos: los que producen luz.
- Receptores magnéticos: producen electromagnetismo.
- Motores: producen giro.
- Receptores Sonoros: producen sonido.

Fíjate, gracias a la electricidad podemos construir bombillas, imanes, motores, timbres, etc. Por eso es tan importante.

### Los materiales:

- Conductores
- Aislantes

**Conductores**



**Semiconductores**



**Aislantes**



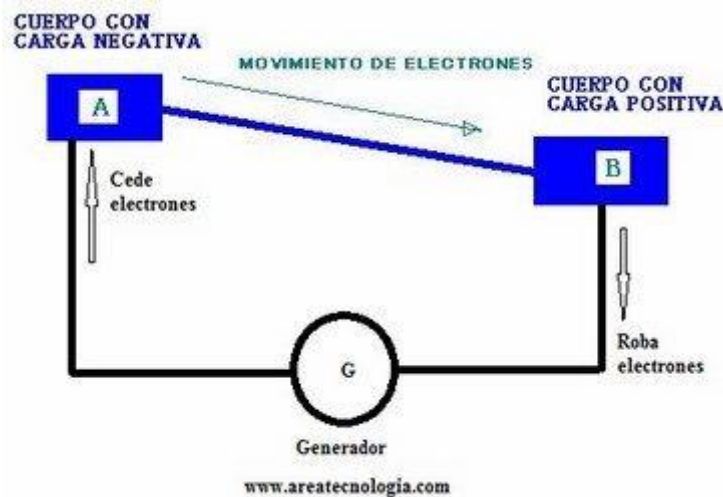
### ¿Cómo Generamos Electricidad?

Solo necesitamos tener un cuerpo con carga positiva (con átomos que le falten e-) a un lado y a otro lado un cuerpo con carga negativa (que le sobren e-). Si ahora los unimos con un material conductor, es decir un material que por él pasen o se muevan los e- fácilmente, como es el caso del cobre, ya tenemos la solución.



**Una máquina que sea capaz de robar los e- cuando lleguen a la parte positiva y los devuelva a la parte negativa, será una máquina con la que conseguimos mantener la diferencia de potencial (d.d.p.) siempre entre los dos puntos. Será un Generador de Electricidad.**

Las máquinas que son capaces de mantener una d.d.p entre dos puntos con el paso del tiempo se llaman generadores eléctricos.



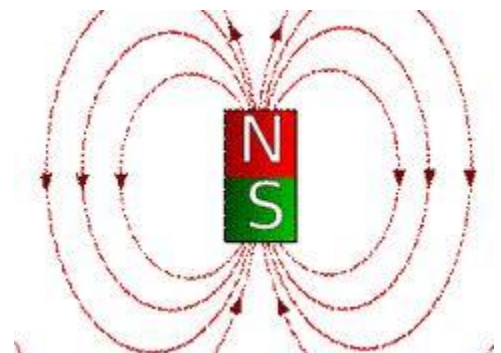
Una pila, por ejemplo, tiene 2 polos, el positivo y el negativo. Mediante un proceso químico en su interior, es capaz de mantener esta d.d.p o tensión entre sus dos polos durante un tiempo. Si la conectamos a una bombilla los e- de la parte negativa pasarán a la parte positiva a través de su filamento produciendo luz.

## GENERADORES ELECTRICOS. ALTERNADORES Y DINAMOS

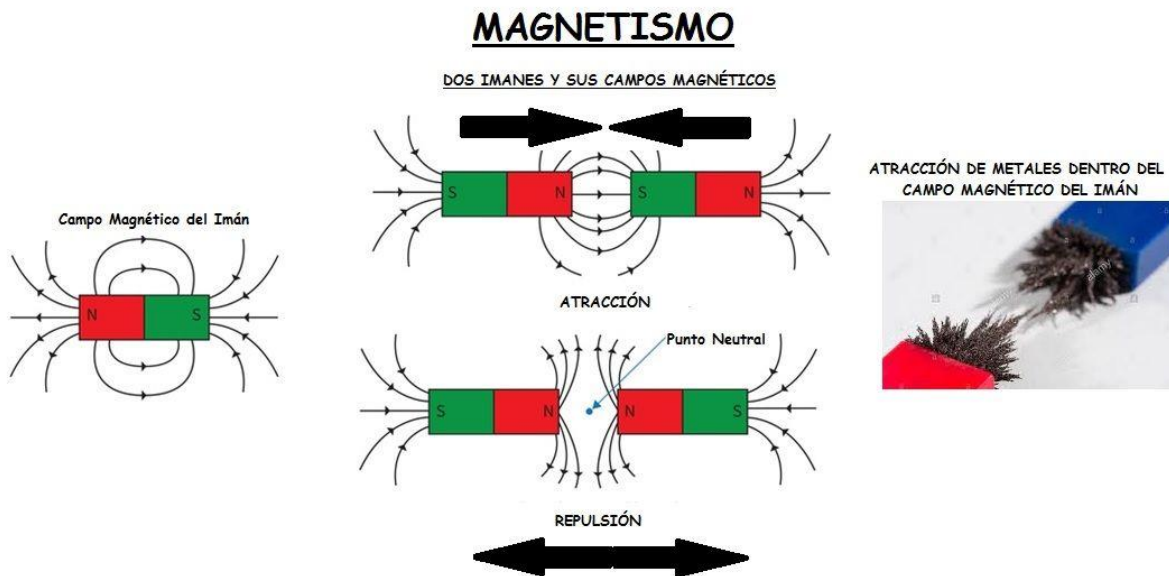
Para explicar el funcionamiento de los generadores eléctricos tenemos que empezar explicando el campo magnético. Es importantísimo que lo entiendas bien, ya que **para generar corriente eléctrica, los generadores se basan en el electromagnetismo.**

Un **campo magnético** es una **región del espacio** donde existen fuerzas magnéticas (fuerzas que atraen o repelen metales). Esta propiedad de atraer metales se llama magnetismo.

Un campo magnético **lo puede generar un imán con dos polos**, polo Norte (N) y polo sur (S). Estos polos se encuentran en los extremos del campo que genera el imán.



**El ejemplo más claro son los imanes.** Cuando pones dos imanes enfrentados, si los enfrentas con sus dos polos iguales (por ejemplo los dos con el polo N) los imanes se repelen, pero si los enfrentas con los polos opuestos (por ejemplo uno con su polo N y el otro con su polo S) se atraen. Estas fuerzas (atracción o repulsión) son las fuerzas del campo magnético que crean a su alrededor los imanes. Si dentro del campo magnético de un imán ponemos un metal, por ejemplo hierro, el metal será atraído por el campo magnético del imán. Esta propiedad de los imanes se llaman magnetismo.



Los imanes a su alrededor crean un campo magnético, **zona donde son atraídos ciertos metales** (como el hierro). Para saber más visita: [Campo Magnético](#).

Bien ahora ya sabemos lo que es una campo magnético. Veamos como se genera la corriente eléctrica mediante un generador.

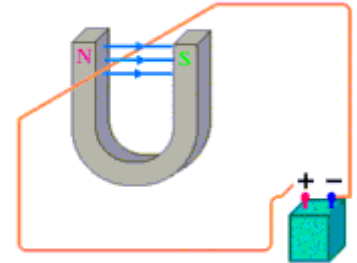
**Michael Faraday** descubrió que un conductor eléctrico moviéndose dentro de un campo magnético (imán) generaba una tensión o diferencial de potencial (d.d.p) entre sus dos extremos (igual que la pila tiene tensión entre sus dos extremos). Si ahora conectamos una bombilla, formando un circuito eléctrico, en estos dos extremos del cable, la tensión generada en sus extremos, producía una corriente eléctrica por el circuito formado por la bombilla que hacía que esta se encendiese.

Conclusión de Faraday: El cable en movimiento dentro del imán producirá una tensión en sus extremos y si conectábamos un circuito cerrado en estos extremos, se producía una corriente por el circuito.

**Había creado el primer generador eléctrico de la historia.** Gracias al movimiento (del cable dentro del imán) era capaz de producir corriente eléctrica.

En este ejemplo del dibujo imagina que la bombilla es el cubo azul, es un ejemplo muy bueno de lo que descubrió Faraday.

Faraday comprobó con un amperímetro (aparato para medir el paso de la corriente eléctrica) que **se generaba una corriente eléctrica al mover el conductor por dentro del campo magnético**. Ha esta corriente la llamo **corriente inducida** (por Inducción Electromagnética).

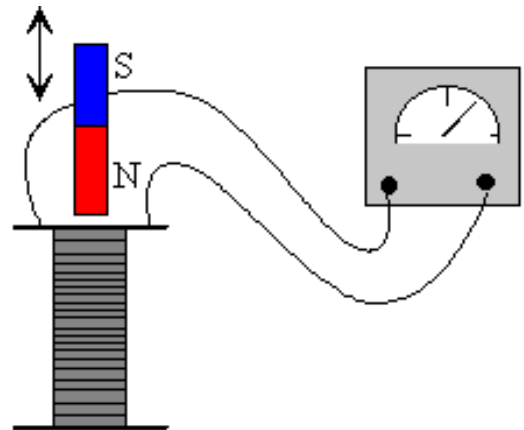


Al revés, si en lugar de mover el conductor movemos el campo magnético (el imán), también se generaba corriente eléctrica.

- Movimiento de un conductor dentro de un campo magnético = Se genera corriente eléctrica.
- Campo en Movimiento cortando un conductor fijo = Se genera corriente eléctrica

Podemos apreciar en el experimento moviendo el imán (el campo) dentro de conductores estáticos (en este caso espiras) y vemos que el efecto es el mismo, produce corriente eléctrica:

En este experimento también se comprobó que cuanto más rápido el conductor cortaba las líneas del campo magnético del imán, se creaba mayor corriente eléctrica inducida en él y además **cuando la dirección del movimiento del conductor** por el campo **era contraria** (bajaba o subía por el campo magnético) **la corriente generada era de sentido contrario**. Lógicamente **si el cable y el campo estaban parados no se genera corriente**. En el dibujo en movimiento de arriba puedes ver los cambios de sentido de la corriente.



## LEY DE OHM – VOLTAJE CORRIENTE Y RESISTENCIA

La ley de ohm es una teoría básica para explicar cómo se comporta la electricidad. Para esto debemos conocer tres conceptos. **Corriente, Voltaje y Resistencia**. La relación entre estos conceptos es la llamada ley de Ohm.

El flujo de electricidad por un objeto, como un cable, se conoce como corriente (I). Se mide en amperios (A); si la corriente es muy pequeña entonces se describe en mili amperios (mA), 1000 mA = 1A. La corriente o corriente eléctrica es el flujo de electrones que pasa a través de un material en una unidad de tiempo. Dichos electrones deben pasar por un conductor eléctrico para producir una carga.

La fuerza conductora (presión eléctrica) tras el flujo de una corriente se conoce como voltaje y se mide en voltios (V) (también se puede referir al voltaje como la diferencia potencial o fuerza electromotora). Es el potencial eléctrico entre dos puntos diferentes. La propiedad de un material que limita el flujo de corriente se conoce como resistencia (R), la unidad de resistencia es el ohmio



( $\Omega$ ). La denominación más correcta de la resistencia a una corriente alterna es impedancia pero, en esta aplicación, consideraremos que resistencia e impedancia son equivalentes.

**Intensidad:** Es la cantidad de circulación de electrones que va de un punto a otro. Su unidad de medición son los **amperios (A)**.

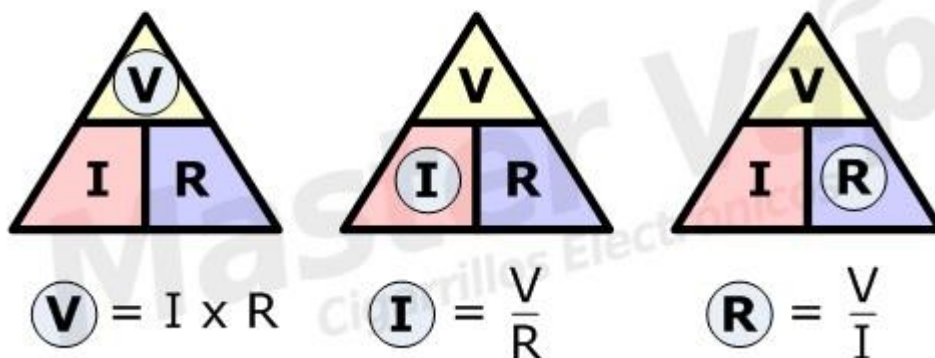
**Voltaje:** Es la fuerza que deja a los electrones que puedan tener movimiento a través del material conductor. Su unidad de medición son los **voltios (V)**.

**Resistencia:** Es la obstrucción que se le presenta a los electrones dentro de un conductor, es la tendencia de resistir el flujo de carga (corriente) de un material. Su unidad de medición son los **ohmios ( $\Omega$ )**.

**LA LEY DE OHM** dice que la intensidad que circula por un conductor de electricidad es directamente suministrada a la variación de voltaje y paralela e inversamente a la resistencia. Su importancia es debido a que en un circuito se puede saber desde antes la forma en que va funcionar antes de conectar. Teniendo en cuenta la información de dos de los tres elementos que se manejan. Las fórmulas para saber con anticipación como funcionara tu circuito son las siguientes:

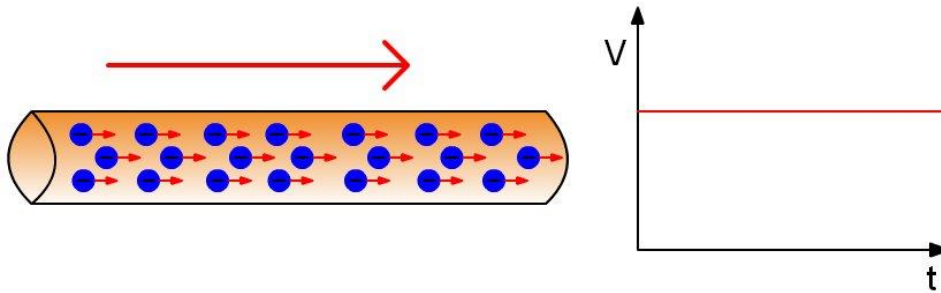
Ley de Ohm: Corriente (I) = Voltaje (V) / Resistencia (R)

## LEY DE OHM

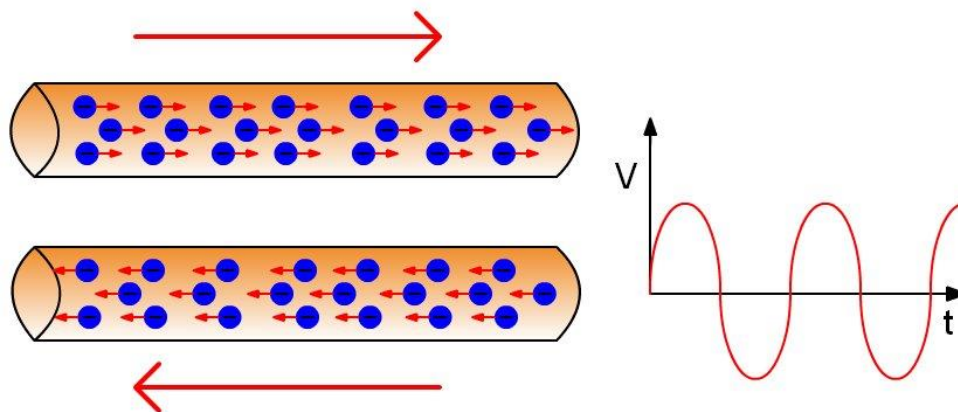


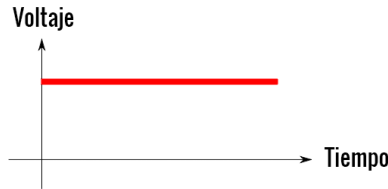
## LA CORRIENTE ELÉCTRICA CONTINÚA Y ALTERNA

**La corriente eléctrica continúa (CC)** se aquella que fluye de uno punto en otro siempre en el mismo sentido. La corriente de una pila o batería se del tipo continúa.

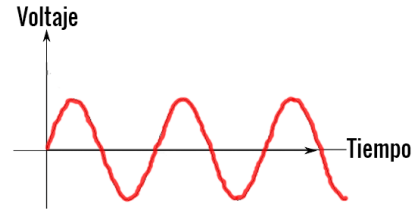


**La corriente alterna (CA)** se aquella que fluye de uno punto en otro todo cambiando de sentido periódicamente. La electricidad comercial a gran escala procede de generadoras que producen corriente alterna.



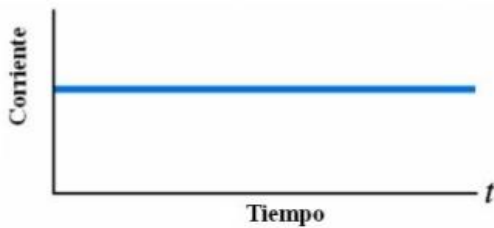


**Corriente Continua**



**Corriente Alterna**

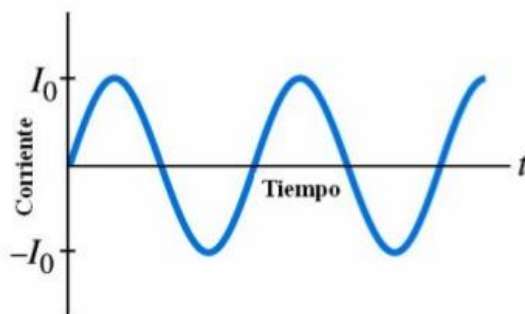
# Corrientes



**Corriente continua (DC)**

**No varia con el tiempo**

**(a) DC**

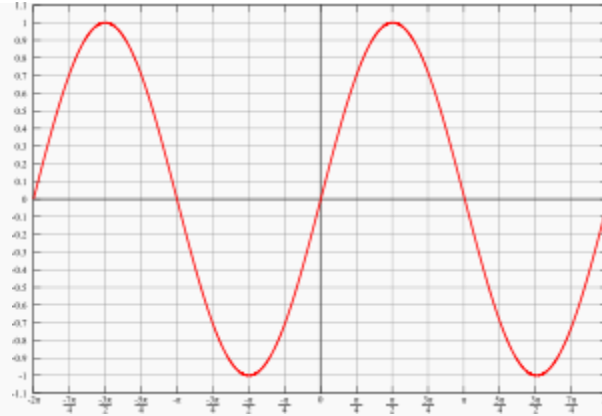


**Corriente alterna (AC)**

**Varia con el tiempo en forma sinusoidal tanto el voltaje como la corriente**

**(b) AC**

## Corriente alterna



Forma sinusoidal.

Se denomina **corriente alterna** (abreviada **CA** en español y **AC** en inglés, de *alternating current*) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.

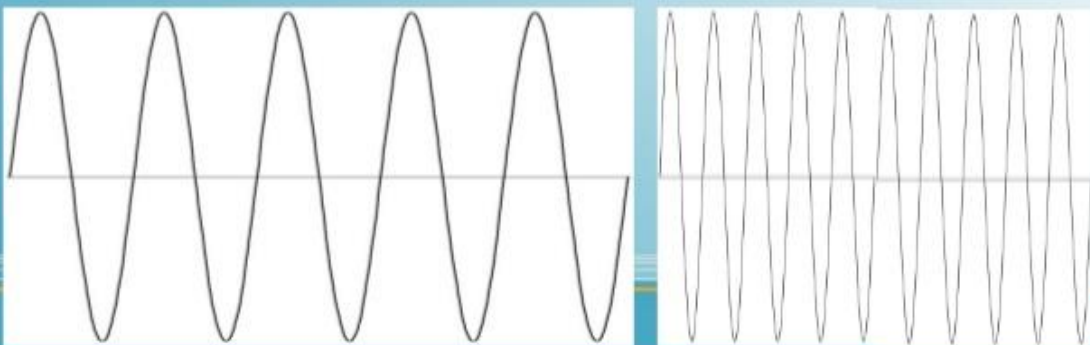
La forma de oscilación de la corriente alterna **más comúnmente utilizada** es la oscilación senoidal con la que se consigue una transmisión más eficiente de la energía, a tal punto que al hablar de corriente alterna se sobrentiende que se refiere a la **corriente alterna senoidal**.

Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las industrias.

## Frecuencia

- Número de ciclos por segundo
- Es la inversa del periodo
- Se mide en hercios (Hz) (ciclos por segundo)

Frecuencia	Hz hercios	$f = \frac{1}{T}$	T es el periodo o ciclo
------------	---------------	-------------------	-------------------------





Una de las ventajas de la corriente alterna es su relativamente económico cambio de voltaje:

### Corriente alterna frente a corriente continua

La razón del amplio uso de la corriente alterna viene determinada por su facilidad de transformación, cualidad de la que carece la [corriente continua](#). En el caso de la corriente continua, la elevación de la tensión se logra conectando dínamos en serie, lo que no es muy práctico; al contrario, en corriente alterna se cuenta con un dispositivo: el transformador, que permite elevar la tensión de una forma eficiente.

La [energía eléctrica](#) viene dada por el producto de la [tensión](#), la [intensidad](#) y el tiempo. Dado que la sección de los conductores de las líneas de transporte de energía eléctrica depende de la intensidad, mediante un [transformador](#) se puede elevar la tensión hasta altos valores ([alta tensión](#)), disminuyendo en igual proporción la intensidad de corriente. Con esto la misma energía puede ser distribuida a largas distancias con bajas intensidades de corriente y, por tanto, con bajas pérdidas por causa del [efecto Joule](#) y otros efectos asociados al paso de corriente, tales como la [histéresis](#) o las [corrientes de Foucault](#). Una vez en el punto de consumo o en sus cercanías, el voltaje puede ser de nuevo reducido para su uso industrial o doméstico y comercial de forma cómoda y segura.

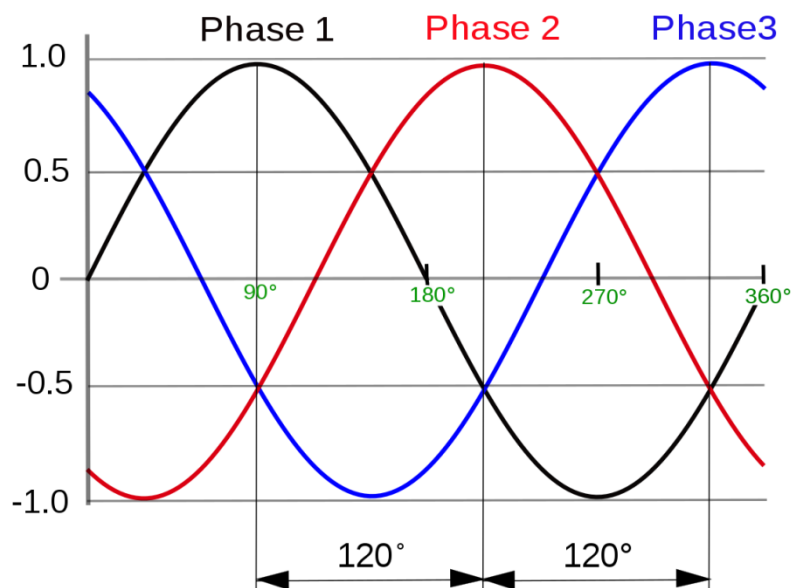
### CORRIENTE TRIFÁSICA

La generación trifásica de energía eléctrica es la forma más común y la que provee un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es común mayoritariamente para uso en industrias donde muchas de las máquinas funcionan con motores para esta tensión.

La corriente trifásica está formada por un conjunto de tres formas de onda, desfasadas una respecto a la otra 120 grados, según el diagrama que se muestra en la figura 4.

Las corrientes trifásicas se generan mediante alternadores dotados de tres bobinas o grupos de bobinas, arrolladas sobre tres sistemas de piezas polares equidistantes entre sí. El retorno de cada uno de estos circuitos o fases se acopla en un punto, denominado neutro, donde la suma de las tres corrientes, si el sistema está equilibrado, es cero, con lo cual el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables.

Esta disposición sería la denominada conexión en estrella, existiendo también la conexión en triángulo o delta en las que las bobinas se acoplan según esta figura geométrica y los hilos de línea parten de los vértices.

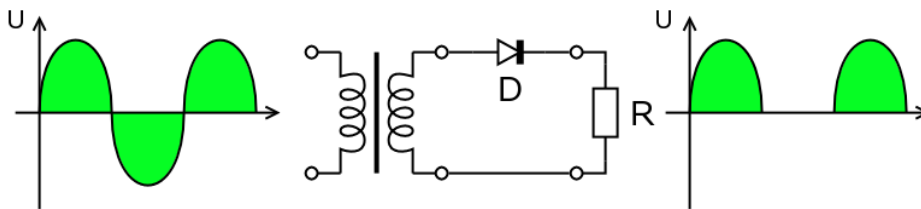


## Conversión de Corriente Alterna en Corriente Continua

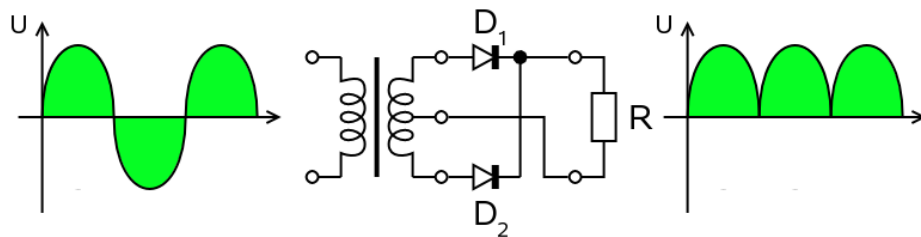
Rectificación de la tensión en corriente continua. Este proceso, denominado rectificación, se realiza mediante dispositivos llamados rectificadores, basados en el empleo de tubos de vacío y actualmente, de forma casi general, mediante diodos semiconductores o tiristores



**Rectificador**, un rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua.<sup>1</sup> Esto se realiza utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, válvulas al vacío o válvulas gaseosas como las de vapor de mercurio (actualmente en desuso).

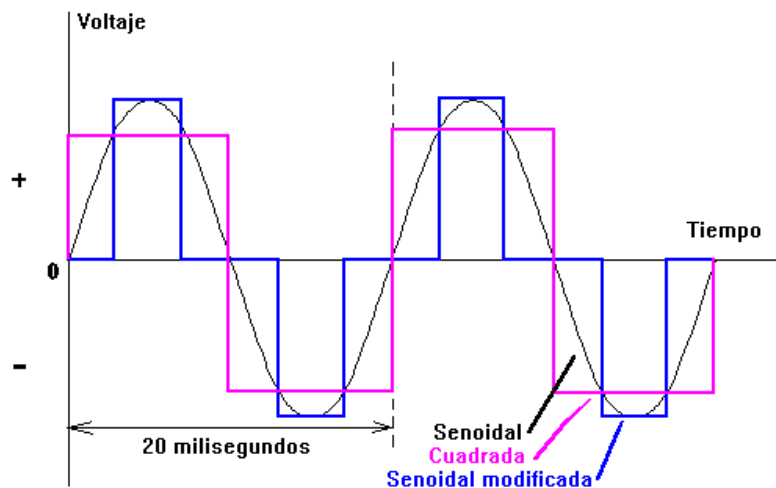


*Circuito rectificador de media onda*



*Rectificador de onda completa*

## Conversión de en Corriente Continua en Corriente Alterna. Onduladores

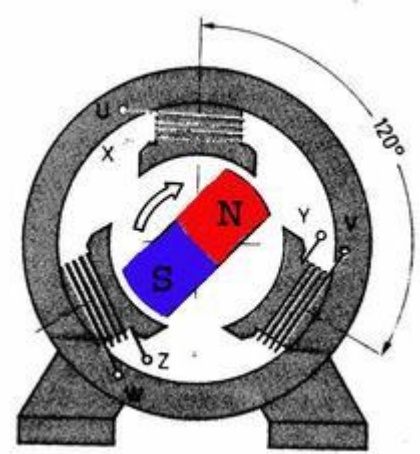


## **GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

En general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica o lumínica, entre otras), en energía eléctrica. Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

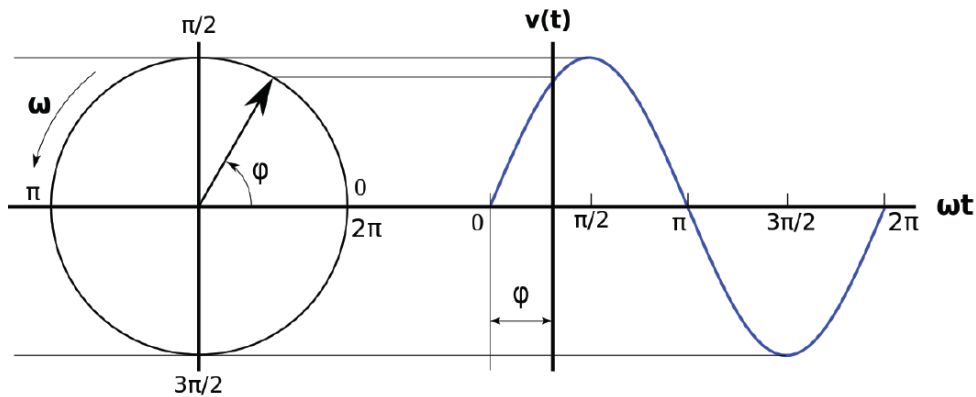
La generación eléctrica se realiza, básicamente, mediante un generador; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de funcionamiento, varían en función a la forma en que se accionan. Explicado de otro modo, difiere en qué fuente de energía primaria utiliza para convertir la energía contenida en ella, en energía eléctrica.

Desde que se descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad tecnológica para llevar la energía eléctrica a todos los lugares habitados del mundo, por lo que, junto a la construcción de grandes y variadas centrales eléctricas, se han construido sofisticadas redes de transporte y sistemas de distribución.



La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatología extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente, tipo de calentador de agua que haya instalado en los hogares, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda. La generación de energía eléctrica debe seguir la curva de demanda y, a medida que aumenta la potencia demandada, se debe incrementar la potencia suministrada. Esto conlleva el tener que iniciar la generación con unidades adicionales, ubicadas en la misma central o en centrales reservadas para estos períodos. En general los sistemas de generación se diferencian por el periodo del ciclo en el que está planificado que sean utilizados; se consideran de base la nuclear y la eólica, de valle la termoeléctrica de combustibles fósiles, y de pico la hidroeléctrica principalmente (los combustibles fósiles y la hidroeléctrica también pueden usarse como base si es necesario).

Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras se clasifican en químicas cuando se utilizan plantas de radioactividad, que generan energía eléctrica con el contacto de esta, termoeléctricas (de carbón, petróleo, gas, nucleares y solares termoeléctricas), hidroeléctricas (aprovechando las corrientes de los ríos o del mar: mareomotrices), eólicas y solares fotovoltaicas. La mayor parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial proviene de los dos primeros tipos de centrales reseñados. Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, constituido por un alternador de corriente, movido mediante una turbina que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada.



### 1. GENERACION DE LA TENSION TRIFASICA

Si se disponen tres bobinas independientes desfasadas entre sí 120°, en el estator de una máquina eléctrica, como se representa en la figura 1, al girar el campo magnético (rotor), en cada una de las tres bobinas se induce una f.e.m. alterna senoidal, de igual valor y frecuencia pero desfasadas entre sí 120° (es decir 1/3 del período).

A esta máquina se le llama generador trifásico, siendo cada bobina una fase de la máquina.

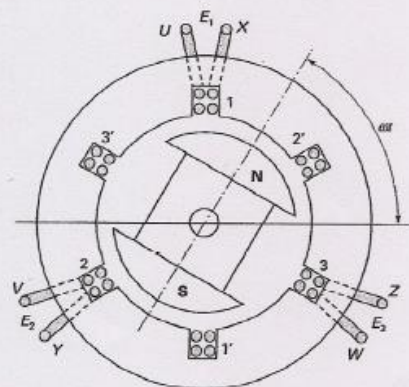


Figura 10.1. Generador trifásico bipolar.

El principio de cada bobina se conoce por U, V, W y el final por X, Y, Z respectivamente

A la f.e.m. que se induce en cada bobina (Fase) se le llama **TENSION DE FASE** (Figura 2) y el conjunto de las tres fases se denomina **SISTEMA TRIFASICO** (Figura 3)

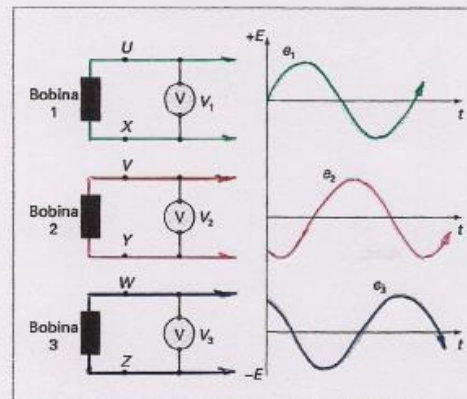


Figura 10.2. Fases de cada bobina.

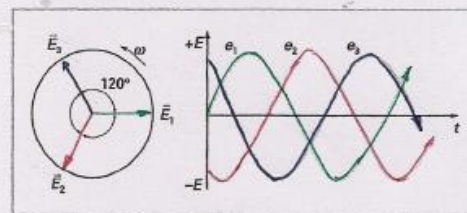


Figura 10.3. Sistema trifásico de fems.

Los sistemas trifásicos pueden estar formados por tres o por cuatro conductores o fases (Figura 4) a los que se reconoce por las siguientes siglas:

- L<sub>1</sub> = Conductor de la fase 1
- L<sub>2</sub> = Conductor de la fase 2
- L<sub>3</sub> = Conductor de la fase 3
- N = Conductor neutro

Cuando se trata de redes de distribución en Baja Tensión, se utiliza el sistema trifásico de cuatro conductores (3F+N), que permite realizar suministros monofásicos.





# PROYECTO GEF SE4RALL – Energías Renovable

Formulación de programa y plan de formación  
para una diversidad de beneficiarios

## TRANSFORMADORES



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SE4RALL – Energías Renovable  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# TRANSFORMADORES TEORÍA GENERAL



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# TRANSFORMADOR

¿Que es un transformador?

El ***transformador*** es una máquina (aparato estática) electromagnético que convierte la corriente alterna de un voltaje en corriente alterna de la misma frecuencia, pero de otro voltaje.

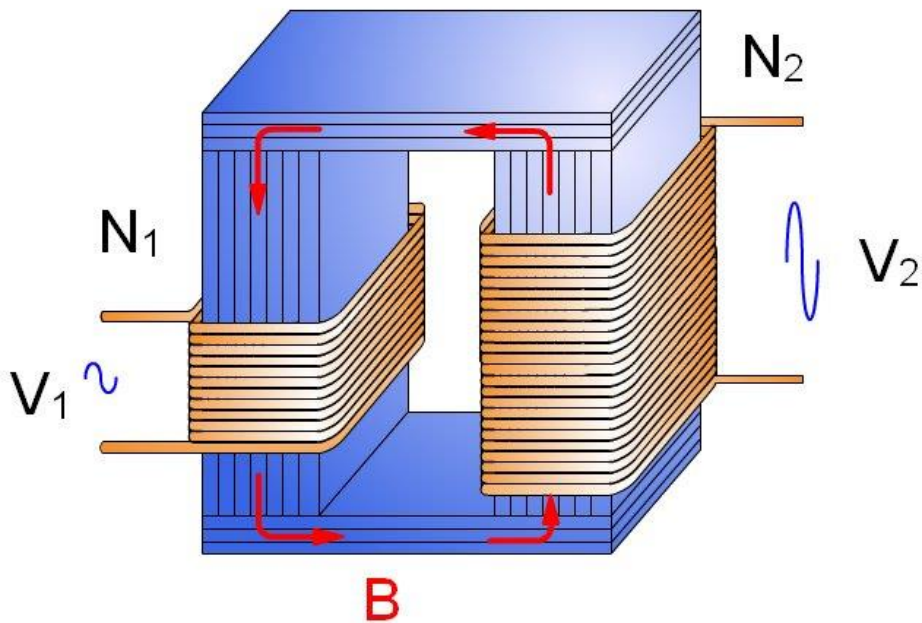


SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios

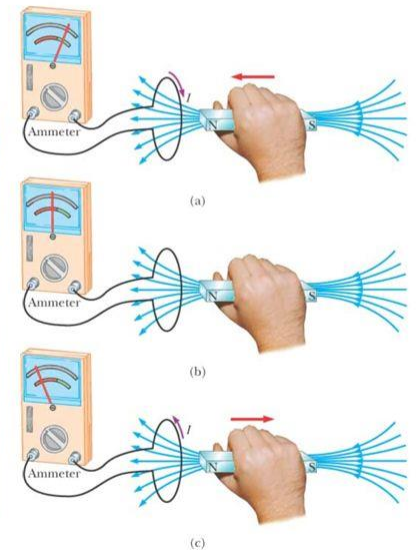


# TRANSFORMADOR

- Origen del transformador:
- Anillo de Inducción de Faraday



## Experiencia 1 de Faraday (1831)







# TRANSFORMADOR



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

Es una máquina eléctrica que transforma una forma de la energía en otra

Un motor eléctrico transforma la energía eléctrica en energía mecánica

Un generador eléctrico transforma la energía mecánica en energía eléctrica

Un transformador no transforma la energía sino que le modifica las propiedades de esta



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR



Sabemos que una **corriente eléctrica** circulando a través de un conductor establece un campo magnético alrededor de él. Si este conductor está formando un enrollado o bobina, el campo magnético se establece en el interior de la misma. Si la corriente es alterna, el campo magnético será variable con el tiempo. Esta característica de la corriente, sumado a otros principios y leyes que de allí se derivan, dio lugar al surgimiento del transformador.



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios

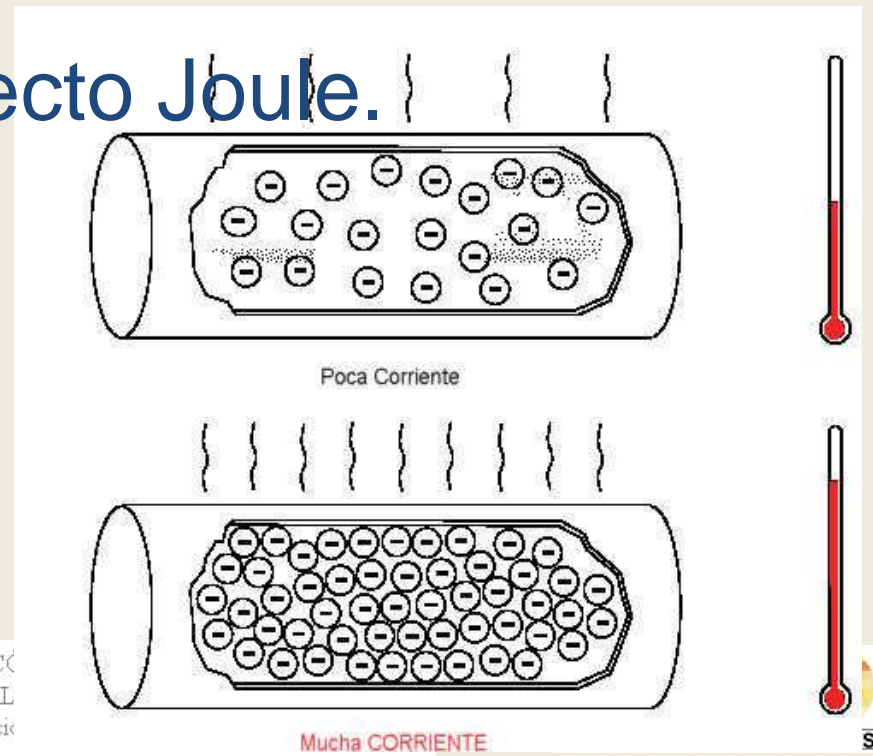




# TRANSFORMADOR

## Transporte de energía eléctrica:

- Si aumenta la tensión, la corriente disminuye:
- Menor sección del conductor.
- Menores pérdidas por efecto Joule.

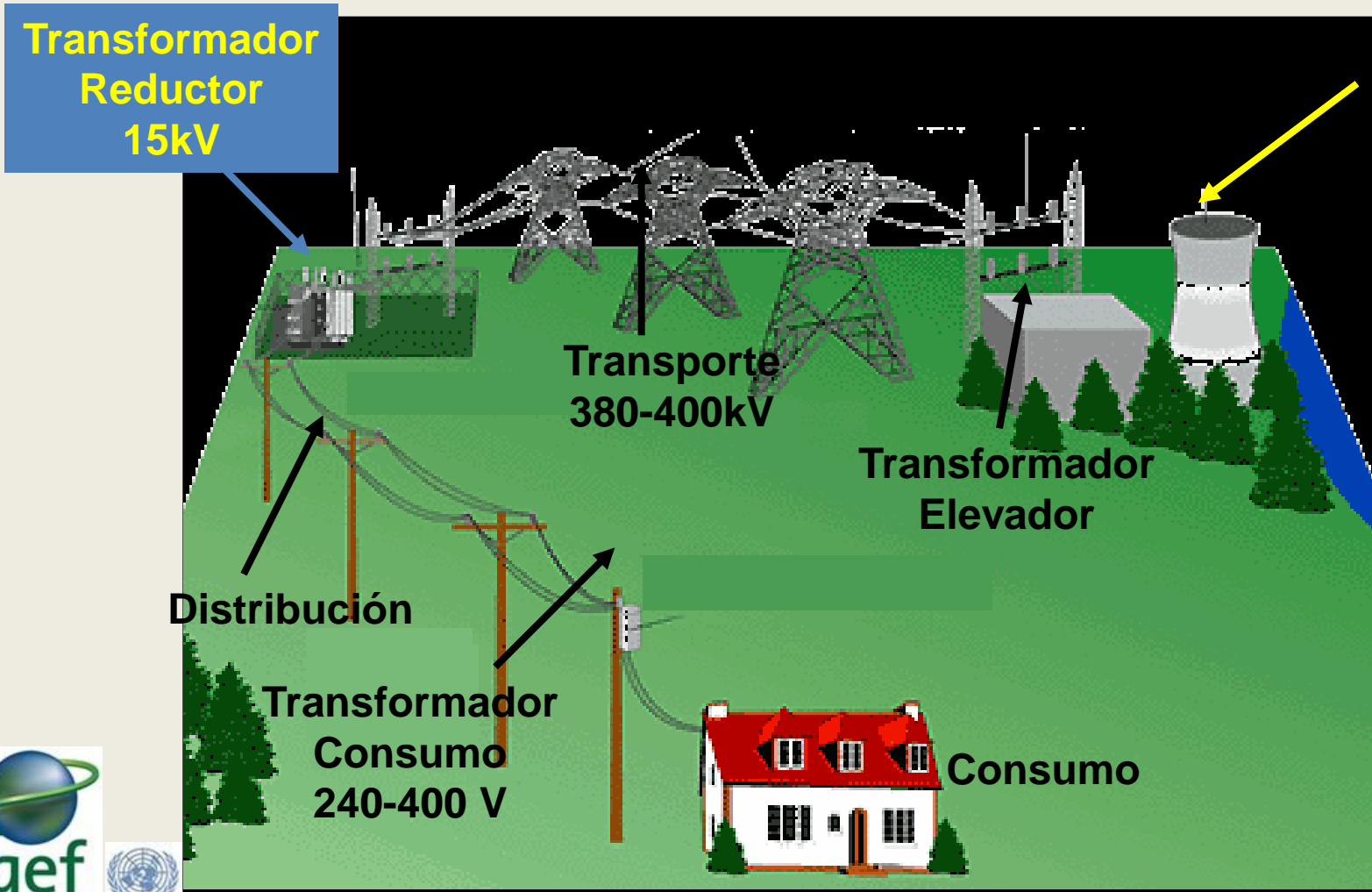




50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

# Generación, transporte y distribución de energía eléctrica







# TRANSFORMADOR



## Transformador:

- Máquina eléctrica estática
- Alimentada con c.a.
- 2 arrollamientos (primario y secundario)
- Transforma la relación V-I
- Permite el transporte de energía eléctrica a grandes distancias



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios

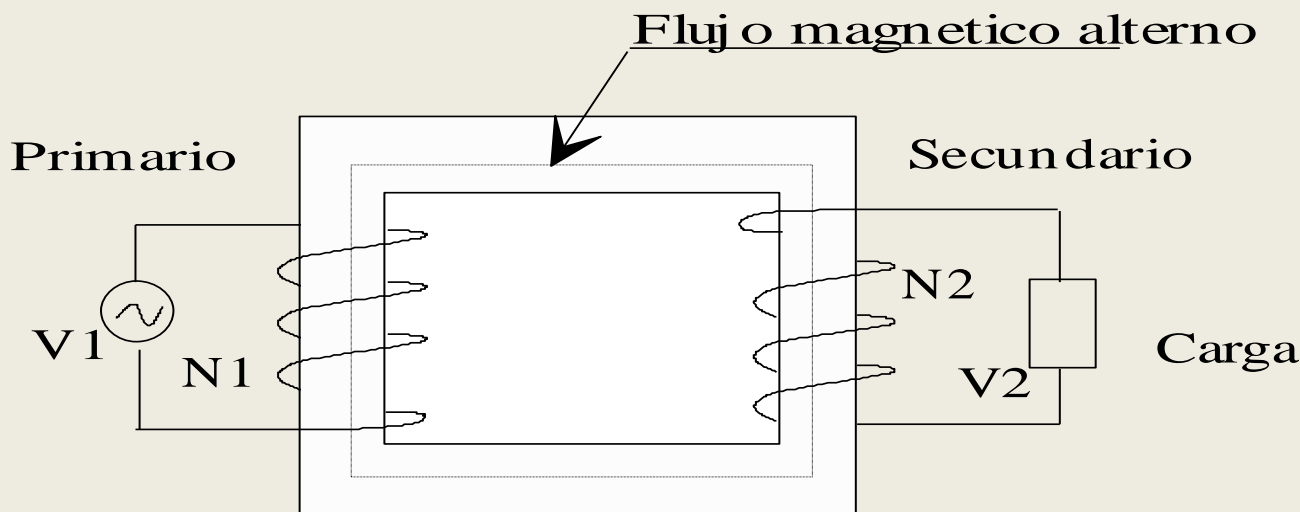




# FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR



En principio el transformador se compone de dos enrollados aislados eléctricamente entre sí y devanados sobre un mismo núcleo de hierro.



Una corriente alterna  $I_1$ , que circula por uno de los enrollados al aplicar una **tensión**  $V_1$  crea en el núcleo un flujo magnético alterno. La mayor parte de este flujo atraviesa el otro enrollado e induce en él una **f.e.m.** alterna  $V_2$ . La potencia es transmitida así de un enrollado a otro por medio del flujo magnético del núcleo.





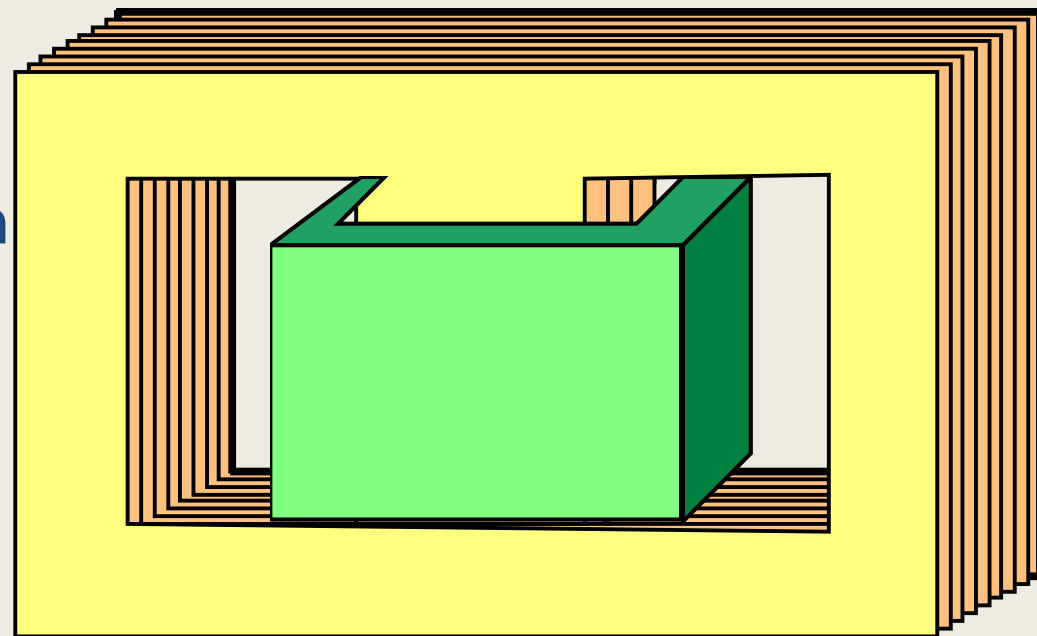
# TRANSFORMADORES



## Aspectos constructivos

### Partes de un transformador:

- Núcleo
- Devanado
- Sistema de refrigeración
- Aisladores de salida





# TRANSFORMADORES



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

## Núcleo

Circuito magnético

Chapas de acero al silicio

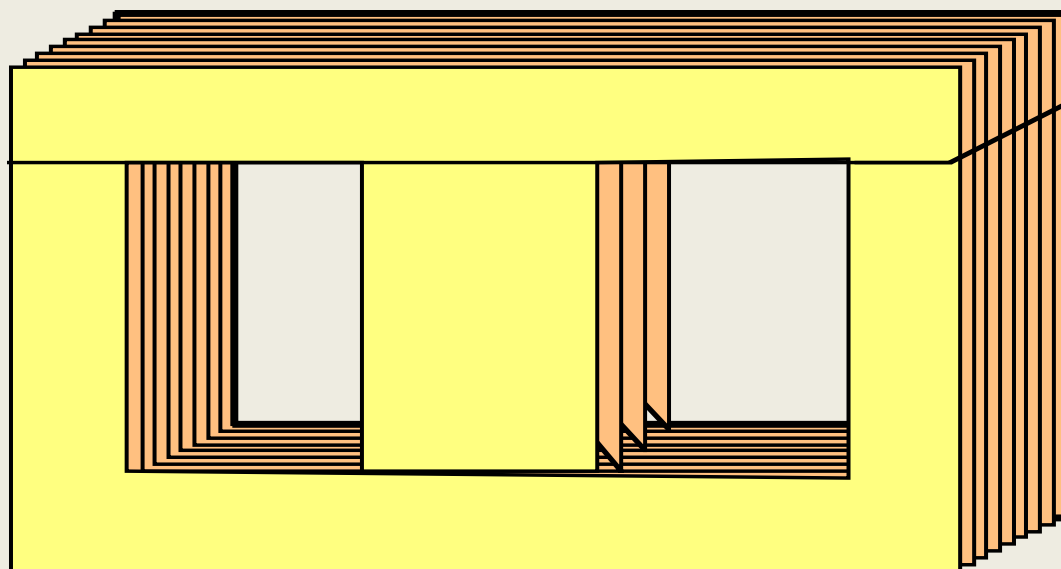
Cubierto por material  
aislante

Compuesto por:

Columnas

Culata

Ventanas del núcleo



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







# TRANSFORMADORES



## Devanados

Constituyen el circuito eléctrico del transformador

- Conductores de COBRE
  - Redondos
  - Pletinas
- Están aislados entre sí



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





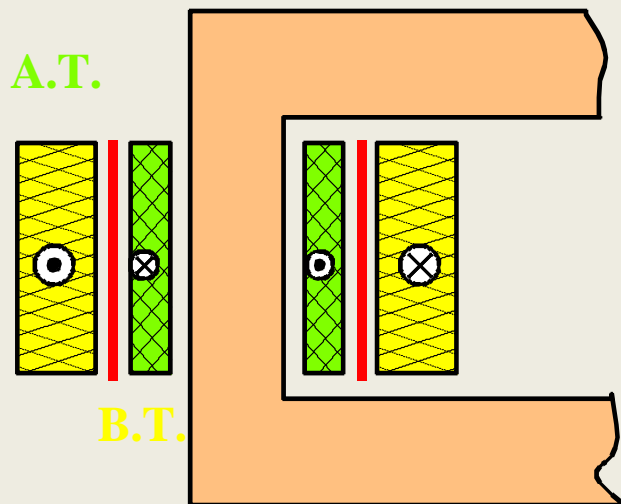
# TRANSFORMADORES



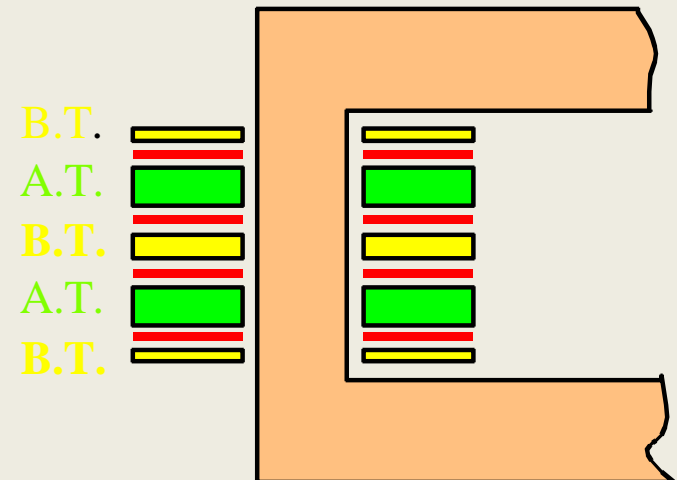
## Devanados

- Disposición de los devanados

### CONCENTRICOS



### ALTERNADOS





# TRANSFORMADORES

## Sistema de refrigeración



- Pérdidas en el hierro y en el cobre
- Es necesario disipar el calor
- TRAFOS SECO (aire)
- TRAFOS en BAÑO DE ACEITE
  - Aislante
  - Refrigerante
  - Tiene aditivos



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# TRANSFORMADORES



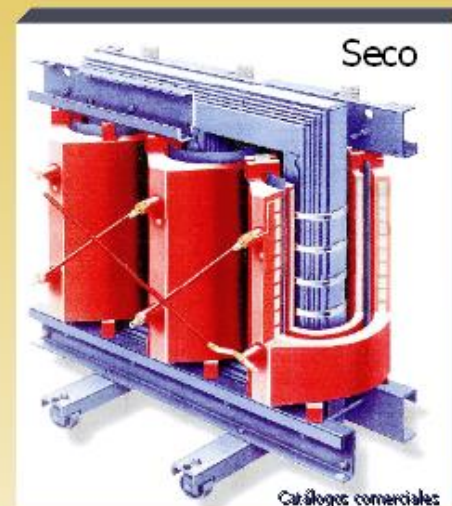
50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

## Sistema de refrigeración

- TRAFOS SECO
- TRAFOS en BAÑO DE ACEITE

### 3.1.4.- Aspectos constructivos: trafos trifásicos IV.



Secciones de transformadores en aceite y secos





# TRANSFORMADORES



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

## Sistema de refrigeración

- TRAFOS SECO



PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# TRANSFORMADORES



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

## Sistema de refrigeración

- TRAFIO en BAÑO DE ACEITE





# TRANSFORMADORES



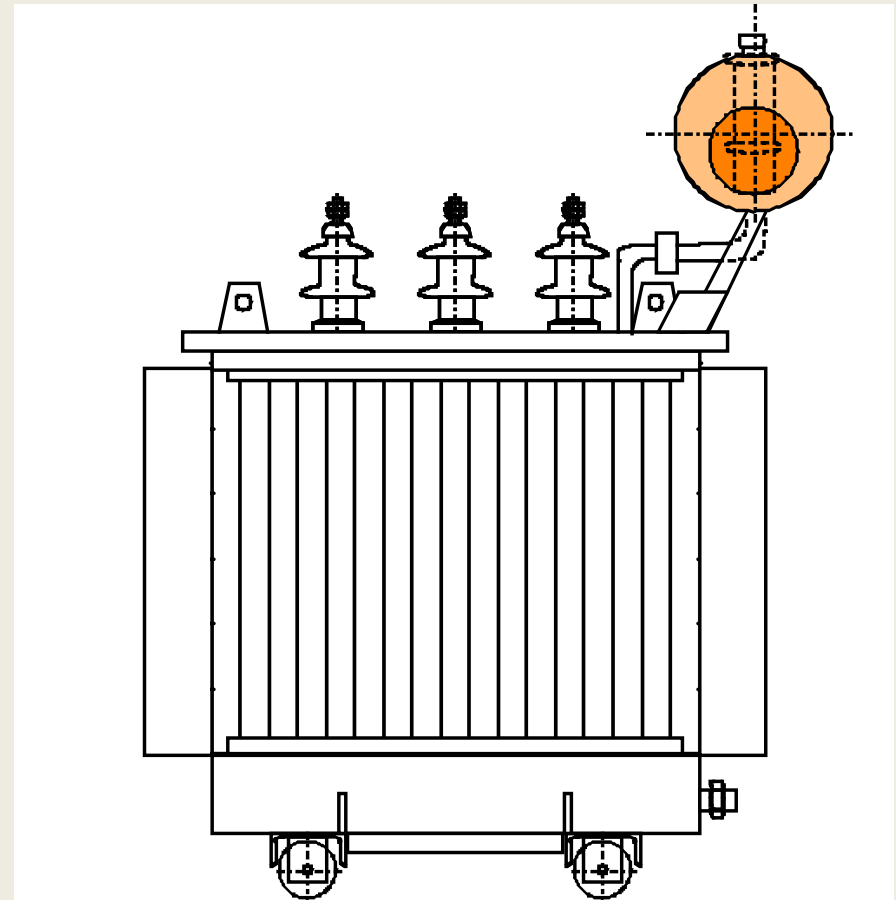
50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

## Refrigeración en baño de Aceite

### Depósito de Expansión

- Cuba principal llena de aceite (menor oxidación)
- Absorbe las dilataciones del aceite.
- Lleva un filtro secante (humedad)



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# TRANSFORMADORES

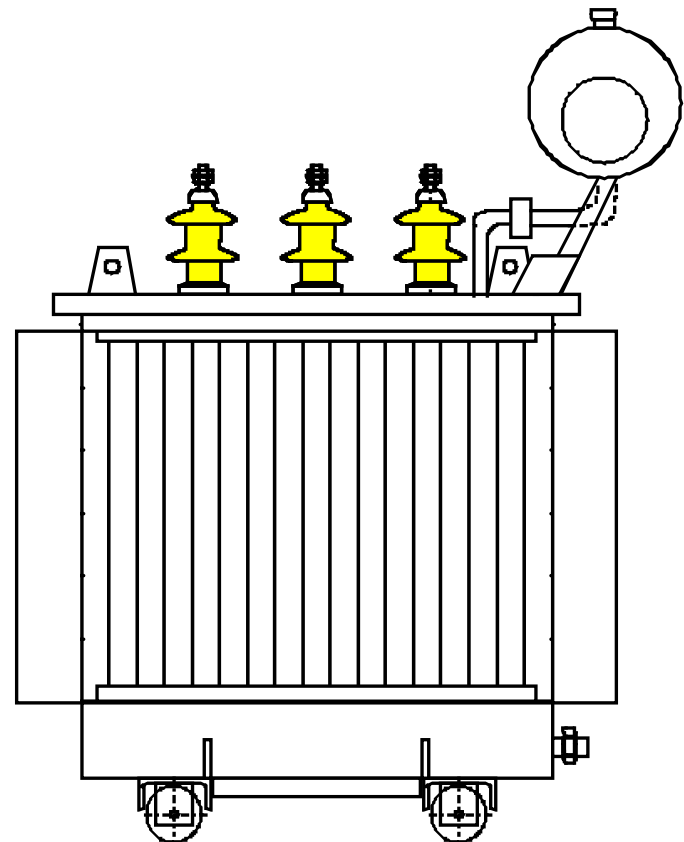
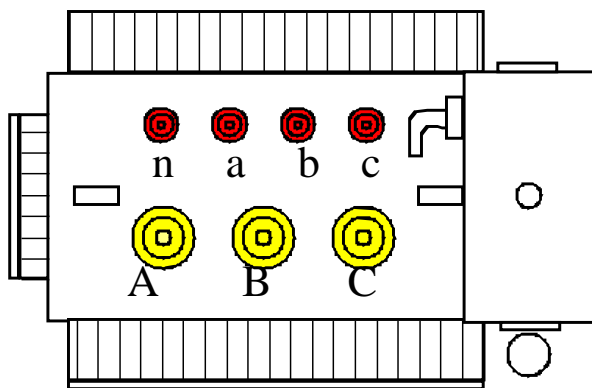


50 AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

## Aisladores pasantes y otros elementos

- Pasatapas → porcelana (reellenos de aire o aceite)



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







# TRANSFORMADORES

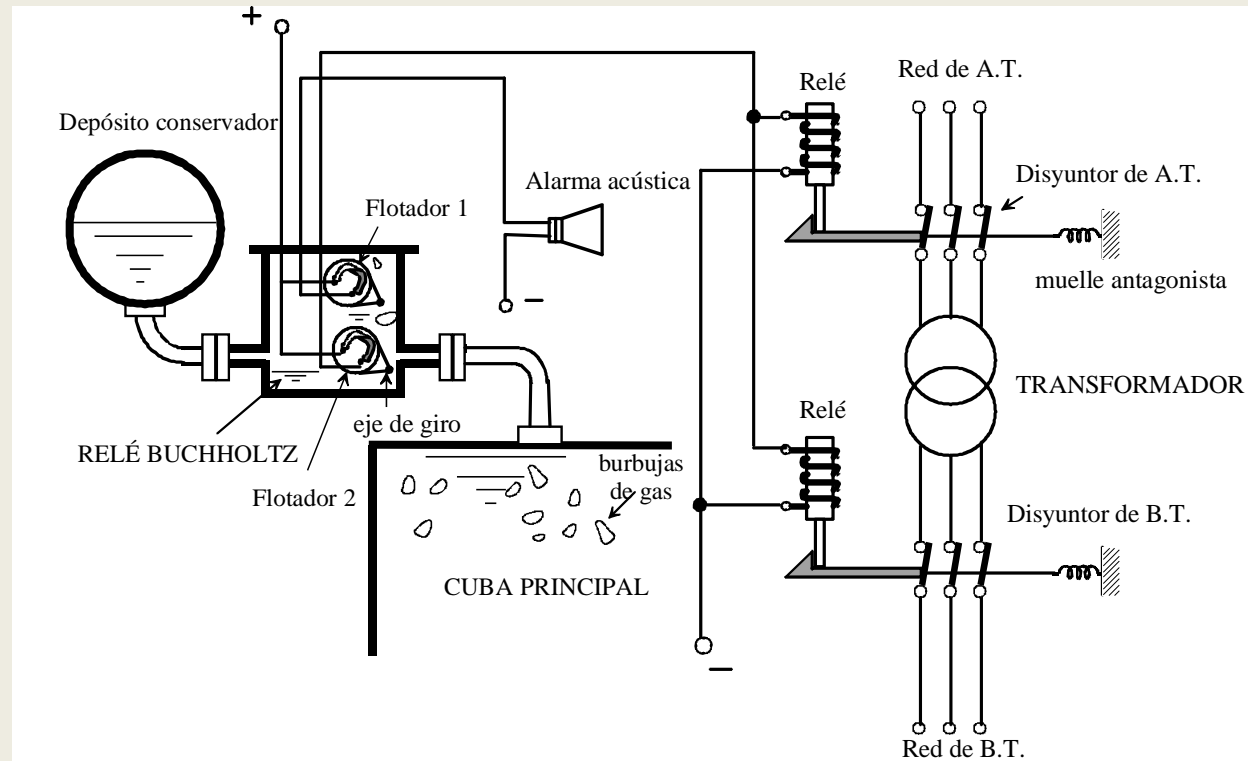


50 AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

## Aisladores pasantes y otros elementos

### Relé Buchholz



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL - Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# TIPOS DE TRANSFORMADORES



Los transformadores se construyen en dos formas :

- Transformador Monofásico
- Transformador Trifásico



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# TIPOS DE TRANSFORMADORES

Al servicio de las personas y las naciones.

- **Transformador de Potencia:** Se utiliza primariamente para conectar la energía eléctrica de una línea de suministro de energía a un sistema de circuito, o bien a uno o varios componentes del sistema.
- **Transformador de Distribución:** Se utiliza para suministrar cantidades relativamente pequeñas de energía a consumidores.
- **Transformadores de medición:** se utilizan para permitir que un instrumento adjunto mida la corriente o la tensión sin que sea necesario que pase toda la potencia a través del instrumento.



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

# Transformador de Potencia



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

# Transformador de Potencia



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios

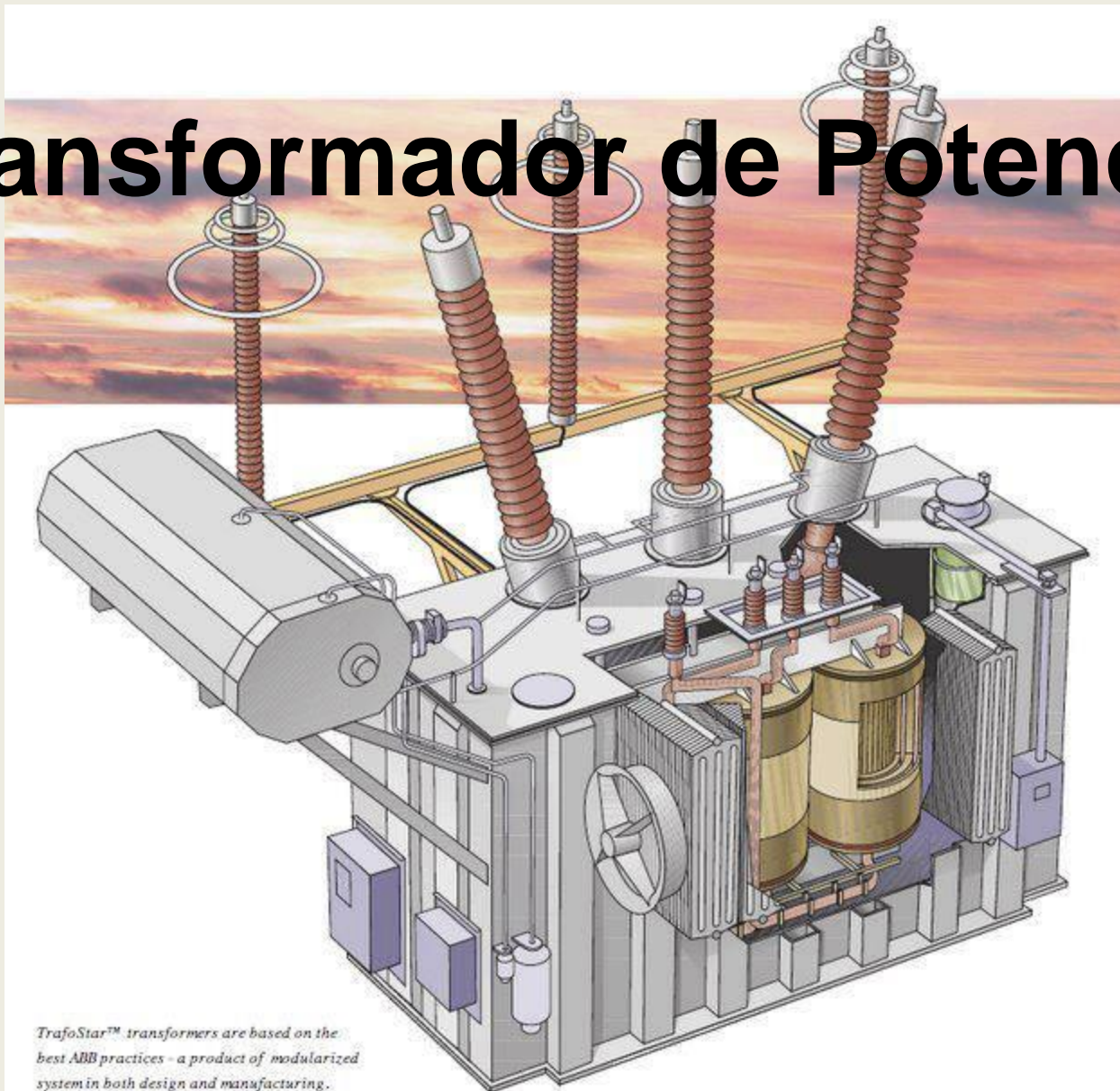




50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

# Transformador de Potencia



*TrafoStar™ transformers are based on the best ABB practices - a product of modularized system in both design and manufacturing.*



SUSTAINABLE  
ENERGY FOR ALL

PROYECTO GEF SEE4RALL - Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

# Transformador de Potencia



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

# Transformador de Distribución



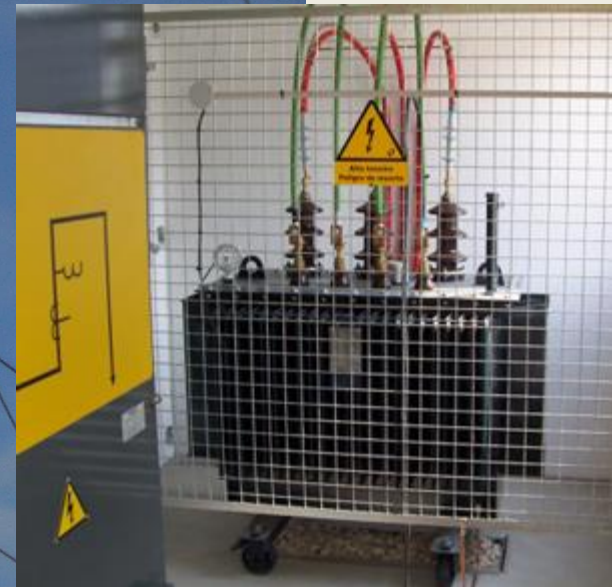




50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

# Transformador de Distribución



SUSTAINABLE  
ENERGY FOR ALL

PROYECTO GEF SEE4RALL - Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios

**GEO**   
ENGINEERING & ENERGIES



# Transformadores de medición



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





# PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable

Formulación de programa y plan de formación  
para una diversidad de beneficiarios

## CONOCIMIENTOS GENERALES DE CARTOGRAFÍA Y PROYECTOS



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovable  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







## Definición de proyecto

1) Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española

Conjunto de **escritos, cálculos y dibujos** que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería

## Definición de proyecto

2) Instituto de Ingenieros Civiles de España

Conjunto de **documentos** que definen la obra de forma tal que un facultativo distinto del autor pueda dirigir con arreglo al mismo las obras o trabajos correspondientes



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







# Documentos según la teoría

1. Memoria
2. Planos
3. Pliego de condiciones
4. Presupuesto

## MEMORIA

Objeto *documento informativo y justificativo*

Estructura

Dirigido a *cliente, regulador, etc.*

Contenido *memoria+anejos*



Al servicio de las personas y las naciones.





# PLANOS

Expresión gráfica del proyecto

Importancia captación

Importancia contractual

Objeto *comprensión visual*

Contenido *dibujos, esquemas, figuras*

Información implícita *cálculos, cumplimiento de objetivos*

# PLIEGO DE CONDICIONES

Completa la especificación gráfica

Importancia contractual

Objeto *aspectos legales y condiciones de ejecución y puesta en marcha*

Normativa y legislación

Condiciones Técnicas

Condiciones Facultativas

Condiciones Económicas



Al servicio de las personas y las naciones.







## Documentos según concepciones actuales

- PROYECTO según la teoría clásica (Memoria+PdC+Planos+Ppto)
- Ofertas (petición o confección)

### Otros:

- Estudios de Seguridad y Salud en la ejecución de obras o instalaciones
- Estudio Acústico
- Plan de Gestión de Residuos en las Obras de Construcción
- Plan de emergencia

– Plan de emergencia





Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

## 1. Introducción

**Presupuesto:**

Estimación de los costes de ejecución de un proyecto.

Corresponde con el documento n° 4 del proyecto.

**Estudio económico:**

Estimación de los coste de explotación.

Se incluye, generalmente, como un anejo a la memoria



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





- Presupuestos -

## 1. Introducción

### PARTIDAS

El proyecto se descompone en partes correspondientes a elementos de trabajo o unidades de obra a ejecutar. Cada una de ellas se denomina *partida*. Estas partidas deben valorarse de forma individual mediante la descomposición de sus costes; de esta forma cada partida se valorará a partir de su coste en materiales, en mano de obra directa y en uso de maquinaria. Por ello, a estos precios se les denomina *precios descompuestos*.





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

## 1. Introducción

### CAPÍTULOS

Las partidas se suelen clasificar por capítulos y subcapítulos, procurando agrupar aquellos de similar naturaleza, normalmente asociados a los diferentes oficios que intervienen en la ejecución de la obra

*Movimiento de tierras*  
*Cimentaciones*  
*Estructura*  
*Albañilería*  
*Fontanería*  
*Electricidad*  
*Carpintería*



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

## 1. Introducción

### MEDIOS AUXILIARES o COSTES DIRECTOS COMPLEMENTARIOS

Son aquellos que dada su difícil cuantificación no es posible añadirlos en la descomposición del precio, integrándose en la descomposición como un porcentaje único sobre el subtotal de mano de obra, materiales y maquinaria.

En este término se incluyen conceptos como:

- Mano de obra complementaria (ayudas, limpieza, etc.)
- Pequeña herramienta o maquinaria de cualquier tipo
- Pequeño material necesario para la ejecución de la partida
- Combustible
- Otros medios auxiliares (andamios, escaleras, borriquetas, puntales, etc.)



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







50  
AÑOS

- Presupuestos -

### 3. Presupuesto por unidades de obra

$$P.E.M = \sum d_i q_i$$

$d_i$  = precio descompuesto 'i'

$q_i$  = cantidad de 'i'

Ref	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	Total
d1	ud	Ventilador de flujo axial de 7350 m <sup>3</sup> /h instalado, excluida ayudas de albañilería y línea eléctrica.	427,35 €	4	1.709,40 €
d2	ud	Rejilla de lamas de aluminio 100×20 cm <sup>2</sup> instalada, excluida ayudas de albañilería	86,68 €	4	346,72 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>					<b>2.056,12 €</b>



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

### 3. Presupuesto por unidades de obra

- Cuadro de precios elementales
  - Maquinaria y equipos
  - Mano de obra
  - Materiales
- Cuadro de precios descompuestos
- Cuadro de precios unitarios
- Estado de mediciones
- Valoración del presupuesto



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

### 3. Presupuesto por unidades de obra

#### Cuadro de precios elementales

- Maquinaria y equipos
- Mano de obra
- Materiales

Ref	Ud	Descripción	Precio
<b>Materiales</b>			
m1	ud	Ventilador flujo axial 7350 m <sup>3</sup> /h	360 €
m2	ud	Rejillas de lamas de aluminio 100×20 cm <sup>2</sup>	64 €
m3	ud	Accesorios de montaje de ventilador	15 €
m4	ud	Accesorios de montaje de rejilla	4 €
<b>Mano de obra</b>			
h1	h	Oficial 1ª metal	15 €
h2	h	Ayudante metal	12 €
<b>Medios auxiliares</b>			
	%	Medios auxiliares sobre costes directos	10%



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

### 3. Presupuesto por unidades de obra

#### Cuadro de precios descompuestos

Ref	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	Parcial
d1	ud	Ventilador de flujo axial de 7350 m <sup>3</sup> /h instalado, excluida ayudas de albañilería y línea eléctrica.			
		MATERIALES			
m1	ud	Ventilador flujo axial 7350 m <sup>3</sup> /h	360 €	1	360,00 €
m3	ud	Accesorios de montaje de ventilador	15 €	1	15,00 €
		MANO DE OBRA			
h1	h	Oficial 1 <sup>a</sup> metal	15 €	0,5	7,50 €
h2	h	Ayudante metal	12 €	0,5	6,00 €
		MEDIOS AUXILIARES			
	%	Medios auxiliares sobre costes directos	10%	388,50 €	38,85 €
		<b>Total precio de ejecución material</b>			<b>427,35 €</b>



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios







50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

### 3. Presupuesto por unidades de obra

## Estado de mediciones

Ref	Ud	Descripción	Cantidad
d1	ud	Ventilador de flujo axial de 7350 m <sup>3</sup> /h instalado, excluida ayudas de albañilería y línea eléctrica.	4
d2	ud	Rejilla de lamas de alumninio 100×20 cm <sup>2</sup> instalada, excluida ayudas de albañilería	4



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

### 3. Presupuesto por unidades de obra

#### Valoración del presupuesto

Ref	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	Total
d1	ud	Ventilador de flujo axial de 7350 m <sup>3</sup> /h instalado, excluida ayudas de albañilería y línea eléctrica.	427,35 €	4	1.709,40 €
d2	ud	Rejilla de lamas de aluminio 100×20 cm <sup>2</sup> instalada, excluida ayudas de albañilería	86,68 €	4	346,72 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>					<b>2.056,12 €</b>



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.

- Presupuestos -

### 3.3 Presupuesto por unidades de obra

#### Presupuesto de contrata (PEC)

Ref	Descripción	Importe
c1	Instalación de ventilación	2.056,12 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>2.056,12 €</b>
13%	GASTOS GENERALES	267,30 €
6%	BENEFICIO INDUSTRIAL	123,37 €
<b>SUMA PARCIAL</b>		<b>2.446,78 €</b>
21%	IVA	513,82 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>2.960,61 €</b>



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA  
PROYECTO GEF SEE4RALL – Energías Renovables  
Formulación de programa y plan de formación para una diversidad de beneficiarios





- Presupuestos -

## 4. Presupuestos en obras para la administración

Presupuesto base de licitación  
Corresponde con el PEC

Presupuesto para conocimiento de la administración  
Incluye la suma total de los siguientes conceptos:

- PEC
- Honorarios ingeniería
- Costes expropiaciones
- Costes de restablecimiento de servicios, derechos reales y servidumbres





CONSULTORIA PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN  
SOBRE TER Y FORMACIÓN IMPARTIDA A TÉCNICOS DEL SECTOR  
ELECTRICOS



50  
AÑOS

Al servicio de las personas y las naciones.