



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA

Corso di laurea triennale in Ingegneria Elettrotecnica

**PRODUZIONE, TRASPORTO, DISTRIBUZIONE
E UTILIZZO
DELL'ENERGIA ELETTRICA IN CAMERUN**

Relatore:
Prof. Giovanni Martinelli

Laureando: Yannick Herve Bang
Matricola:509206

Anno accademico 2009 – 2010

Indice

| | |
|----------------------|---|
| Ringraziamenti | 7 |
|----------------------|---|

| | |
|---------------|---|
| SOMMARIO..... | 9 |
|---------------|---|

CAPITOLO I

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. INTRODUZIONE GENERALE | 11 |
|--------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| 1.1 CARATERISTICHE GENERALI DELLA REPUBBLICA DEL CAMERUN..... | 11 |
|---|----|

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1.1.1 Descrizione geografica..... | 11 |
|-----------------------------------|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| 1.1.2 Descrizione demografica..... | 13 |
|------------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| 1.1.3 Organizzazione politica e amministrativa..... | 13 |
|---|----|

CAPITOLO II

| | |
|---|----|
| 2. RISORSE ENERGETICHE DISPONIBILI..... | 15 |
|---|----|

| | |
|----------------------------------|----|
| 2.1 RISORSE NON RINNOVABILI..... | 15 |
|----------------------------------|----|

| | |
|---------------------|----|
| 2.1.1 Petrolio..... | 15 |
|---------------------|----|

| | |
|-------------------------|----|
| 2.1.2 Gas naturale..... | 16 |
|-------------------------|----|

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 2.2 | RISORSE RINNOVABILI..... | 16 |
| 2.2.1 | Eolica..... | 16 |
| 2.2.2 | Solare..... | 16 |
| 2.2.3 | Geotermica..... | 17 |
| 2.2.4 | Biomasse..... | 17 |
| 2.2.5 | Idroelettrico..... | 18 |

CAPITOLO III

| | | |
|---------|---|----|
| 3. | ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO..... | 19 |
| 3.1 | CONSIDERAZIONI STORICHE E AMMINISTRATIVE..... | 19 |
| 3.2 | PRODUZIONE..... | 21 |
| 3.1.1 | Produzione idroelettrica..... | 22 |
| 3.2.1.1 | Centrale idroelettrica di Edea..... | 23 |
| 3.2.1.2 | Centrale idroelettrica di Lagdo..... | 24 |
| 3.2.1.3 | Centrale idroelettrica di Song-Loulou..... | 26 |
| 3.2.1.4 | Diga di Mbakaou..... | 28 |
| 3.2.1.5 | Diga di Bamendjin..... | 29 |
| 3.2.1.6 | Diga di Mape..... | 29 |
| 3.2.2 | Produzione termoelettrica..... | 32 |
| 3.2.2.1 | Centrale termica di Yassa-Dibamba..... | 35 |

Indice

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.3 TRASPORTO E DISTRIBUZIONE..... | 39 |
| 3.4 CONSUMO | 44 |

CAPITOLO IV

| | |
|--|----|
| 4. PROBLEMATICHE E POSSIBILI SOLUZIONI..... | 51 |
| 4.1 NELLA PRODUZIONE | 51 |
| 4.1.1 Idraulica..... | 51 |
| 4.1.2 Termica..... | 52 |
| 4.2 NELLA DISTRIBUZIONE E UTILIZZAZIONE..... | 53 |
| 4.2.1 <i>Considerazioni generali</i> | 53 |
| 4.2.2 <i>Soluzioni possibili</i> | 53 |
| 4.2.3 <i>Riduzione dei costi</i> | 54 |
| 4.2.4 <i>I meccanismi di finanziamenti</i> | 55 |

CAPITOLO V

| | |
|----------------------------------|----|
| 5. PROGETTI E REALIZZAZIONI..... | 57 |
|----------------------------------|----|

CAPITOLO VI

| | |
|---------------------|----|
| 6. CONCLUSIONE..... | 63 |
|---------------------|----|

| | |
|----------------|----|
| GLOSSARIO..... | 64 |
|----------------|----|

RINGRAZIAMENTI

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio tutte le persone vicine e lontane che mi sono state da sostegno ed aiuto, sia materialmente, psicologicamente che spiritualmente. Il Signore agisca verso tutti voi secondo la sua misericordia.

Grazie.

SOMMARIO

La produzione, trasporto, distribuzione e utilizzo dell'energia elettrica descrive semplicemente il percorso della corrente elettrica dal punto di partenza (produzione), al punto d'arrivo (utilizzo), passando dalle politiche e tecniche di gestione.

In questo elaborato proveremo a dare una descrizione generica nel caso specifico della Repubblica del Camerun.

INTRODUZIONE GENERALE

1.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLA REPUBBLICA DEL CAMERUN

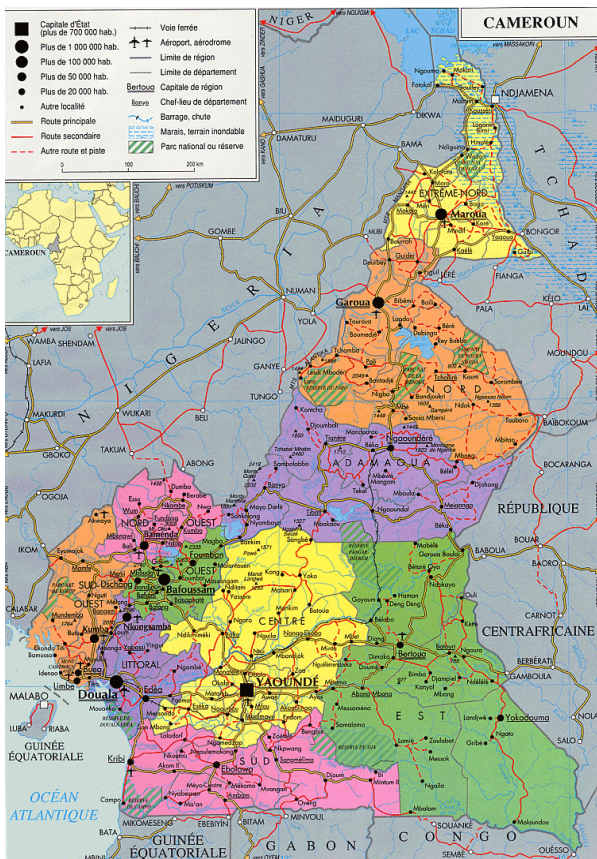
1.1.1 Descrizione geografica

Il Camerun è un paese dell'Africa Centrale situato nel fondo del Golfo di Guinea, tra 2 e 13 gradi di latitudine nord e tra il 9 e 16 gradi di longitudine est. Presenta una forma triangolare che si stende dal sud fino al lago *Lago Ciad* per quasi 1200 km mentre la base si stende da ovest a est per 800 km. Presenta a sud-ovest una costa di 420 km lungo l'oceano Atlantico. La sua superficie è di circa 475.000 km² e è limitato a ovest dalla Nigeria, a sud da Congo, Gabon e Guinea Equatoriale, a est dalla Repubblica Centrafricana, e a nord-est dal Ciad.

Si dice del Camerun che è l'Africa in miniatura perché il suo paesaggio naturale è molto diversificato e raffigura in qualche modo tutti i paesaggi tipici dell'Africa. Questa diversità è ripartita nelle dieci regioni che compongono il paese. Il Sud raggruppa 5 regioni (Centro, Est, Litorale, Sud e Sud.Ovest ;fig. 1.1) ed è situato nelle zone marittime e equatoriali. Questa parte del paese è caratterizzata da una vegetazione densa, risorse idroelettriche abbondanti e un clima caldo e umido con precipitazioni abbondanti. La regione è propizia alla coltura del cacao, della banana, dell'uvea e del tabacco. La zona raggruppa importanti industrie. I monti dell'Ovest (regione dell'ovest e del nord-ovest) la cui l'altitudine aggira sui 1100 m formano una regione ricca di terre vulcaniche favorevoli all'agricoltura (caffè, a

INTRODUZIONE GENERALE

ortagi). La vegetazione è meno densa rispetto al sud con un clima più fresco. Il nord sudano-saeliano (regione dell'Adamaoua, del Nord e dell'estremo-Nord) è una regione di savana e steppe. E' la regione più calda con un clima semi desertico, con precipitazioni molto limitate man mano che si avvia al Ciad. L'allevamento è l'attività più diffusa con la coltura del cotone e di arachidi.



Superficie : 474 422 km²

Popolazione (2010) : 19 406 100 abitanti

Densità : 36 ab/km²

Città principali (2010) :

Yaoundé (Capitale) : 1 248 000 abitanti

Douala : 1 500 000 habitants

Città con più di 300 000 abitanti :

Garoua, Maroua, Bafoussam, Bamenda

Tasso di urbanizzazione (2003) : 52,8%

Tasso di crescita demografica (2003) : 2,8%

PNB (2003) : 10,3 miliardi di \$US

PNB per abitante(2003) : 640 \$US

Tasso di crescita del PIB (200) : 4,1%

Tasso d'inflazione (2003) : 4,5%

Speranza di vita (2003) : 61,25

Bilancia commerciale (2003, miliardi

\$US):Esportazione : 2,240

Importazione : 1,788

Figura 1.1: *Mapa politica del Camerun e alcuni dati significativi*

1.1.2 Descrizione demografica.

La popolazione del Camerun è stimata essere di circa 19.5 milioni di abitanti (2010) ,il 52% donne e il 62% residenti in zone rurali e periferie, sparsa in modo non uniforme su tutta la superficie nazionale. La densità varia da 41,5 abitanti/km² per la regione dell'Est a 141,1 abitanti/km² per l'Ovest, che ha una densità più elevata rispetto alla media nazionale ciò fa anche di essa la regione con forti migrazioni. Le principali città sono Bafoussam, Bamenda e la città Universitaria di Dschang.

Yaoundé è la capitale politica e Douala la capitale economica ;raggruppano 3.18 milioni d'abitanti, il 23% della popolazione totale e il 59% di quella urbana. La crescita demografica è molto grande.(3-3,5% all'anno). Si nota una grande concentrazione della popolazione (3/4 su 1/3 del territorio).

1.1.3 Organizzazione politica e amministrativa

Gli occidentali (Portoghesi) arrivano in Camerun per la prima volta nel 1872 , poi è stato colonizzato prima dai tedeschi nel 1884 poi dai francesi e inglesi dopo la prima guerra mondiale, il paese è così diventato bilingue, con una zona francofona più importante e un'altra anglofona. I nativi rivendicano e conquistano la loro indipendenza il 1° gennaio 1960 (zona francofona) il 1° ottobre 1961 (zona anglofona). Il Camerun è passato da colonia a stato federale libero che nel il 20 maggio 1972 è diventato la "repubblica unita del Camerun" e poi "Repubblica del Camerun ,nel 1983 fino ad oggi. Il presidente Paul Biya sale al potere dopo la dimissione del suo predecessore, Hamadou Hahidjo, il 6 novembre 1982; incarico tenuto fino ad oggi e condiviso con il potere esecutivo con l'assemblea nazionale (potere legislativo) e il potere Giudiziario.

II

RISORSE ENERGETICHE DISPONIBILI

RISORSE ENERGETICHE DISPONIBILI

Con la sua disposizione geografica, nel bacino del Congo, il Camerun è sede di un potenziale di produzione energetico molto importante nella sotto regione dell'Africa centrale. Le risorse energetiche non rinnovabili sfruttate in Camerun sono:

- Il petrolio
- Il gas naturale.

Il carbone e l'uranio sono ugualmente disponibili ma in quantità non significativa. Le energie rinnovabili sono biomasse, l'idroelettrico, l'energia solare, le sorgenti geotermiche e l'energia eolica.

2.1 RISORSE NON RINNOVABILI

2.1.1 Petrolio

La produzione è in calo a causa dell'esaurimento delle giacenze naturali. Ci sono depositi nella zona del Rio Del Rey (regione del Nord), nella regione del litorale (città di Bakassi e Kribi) e nel bacino della Benoue, del Logono Birni e nelle vicinanze del *Lago Ciad*. Però l'unico impianto di raffineria è quello del

littorale nella città di Limbe. La distribuzione è assicurata dalla SDPC (Société des Dépôts Pétroliers du Cameroun).

Le particolari misure prese dallo Stato hanno portato la produzione a circa 101.000 barili al giorno. Il tasso d'esportazione è passato al 65% nel 1994, mentre presentava 97% nel 1991 e 1992; il che dimostra un aumento della richiesta nazionale.

2.1.2 Gas naturale

Le riserve accertate fin ora sono di 110 miliardi di metri cubi. Tenendo conto di quelle non accertate si stima depositi sul territorio nazionale di circa 255 miliardi di metri cubi. Purtroppo i tentativi per il loro sfruttamento non è andato a buon fine per mancanza di capitali e di industrie capaci di compensare gli importanti investimenti richiesti.

2.2 RISORSE RINNOVABILI

2.2.1 Eolica

Nelle regioni del Nord e Estremo-Nord, si osserva una media del vento tra 0.85 e 4.62 m/s, ciò che fa pensare a una produzione su scala ridotta.

Nelle regioni della città di Kaele, la velocità è superiore a 4,5 m/s durante 9 mesi all'anno. A Maroua i venti sono meno forti e aggirano sui 2.44 m/s. La produzione è ancora solo a livello sperimentale nelle stazioni di Pitoa, Maroua e Moulvoudaye.

2.2.2 Solare

Per la sua posizione geografica, il Camerun è soggetto ad alte temperature che sono favorevoli a una produzione energetica da foto voltaica. I dati raccolti nelle stazioni solarimetriche meteorologiche di Douala, Yaoundé, Mamfé Ambam,

Yoko,Maroua,Ngaoundéré hanno evidenziato due grande regioni ad alta temperature : una zona settentrionale, piu arida e secca, e un' altra meridionale, molto uminda.Nel sud si misura un insolazione di 4 KWh/m² e nel nord 6 KWh/m²,sia una media di 5KWh/m² che per estensione su 1/3 della superficie nazionale fornirebbe 800 TWh al giorno.

2.2.3 Geotermica

Il Camerun dispone di potenziale non trascurabile di sorgenti sotterranee di calore distribuiti sull'insieme del territorio nazionale nelle zone di Ngaoundere (Laoupouga,Katip,Foulbe),Manengouba e del Laggo Monoun.Lo sviluppo a breve termine non è ancora stato intrapreso.

2.2.4 Biomasse

Le risorse in Bio-energia sono importanti,anche se inegualmente ripartite sul territorio nazionale.

- I $\frac{3}{4}$ del territorio (dalla regione Adamaoua fiono al Sud) sono zone con un potenziale di produzione in legno considerabile; si tratta di circa 25 milioni di ettari di foresta di cui 70% di foreste tropicali,24% di savane boschive dense e 6% di foreste chiare.
- Le regioni del Nord e dell'Estremo-Nord sono aridi e spesso sogetti a distruzione massiva con il fuoco;il clima diventa sempre piu desertico e influisce sull'agricoltura e la fornitura in acqua. Nel 1991,il 90% delle culture sono andate perse e 1/3 della popolazione ha sofferto di penuria alimentare.
- Il potenziale dei rifiuti agroalimentarie e biomasse di altro tipo (es :animali) è favorevole ma poco sfruttato nelle industrie,tuttavia i rifiuti del cotone,noci di palmo,legno e canna da zucchero sono usati

rispettivamente dalle SODECOTON, SOCAPALM, Fattoria SVIZZERA e segherie per produrre energia su scala ridotta. Il totale dei rifiuti forestali, agroindustrie e agricoli è stimato circa a 7,5 Mtep.

2.2.5 Idroelettrica

Il Camerun è un paese molto umido con precipitazioni da 500 a 10.000 mm all'anno e dispone del secondo potenziale idroelettrico (294 TWh) dell'Africa dopo la Repubblica Democratica del Congo (circa 1000 TWh). Più di 150 potenziali siti sono stati identificati, che potrebbero fornire una potenza in elettricità di più di 50.000 MW. Le due più importanti centrali idroelettriche del paese, nelle città di Edea e Song Loulou, sono situate sul fiume Sanaga con una potenza totale di 720 MW circa (Edea 264 MW, Song Loulou 384 MW). Una terza meno importante sul fiume Lagdo produce 72 MW.

III

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

3.1 CONSIDERAZIONI STORICHE E AMMINISTRATIVE

Il Presidente della Repubblica coordina le attività del settore e in particolare quelle relative agli idrocarburi. Il sottosectore dell'elettricità in Camerun ha funzionato come monopolio pubblico fino al 1998 sotto la direzione della Società Nazionale dell'Elettricità (SONEL), che si occupava della produzione, trasporto distribuzione e della gestione delle risorse elettriche. Il settore elettrico è tutelato dal MINEE (Ministère de l'Eau et de l'Energie), che concepisce, elabora e veglia all'esecuzione della politica energetica del paese. Questa struttura è così definita in quanto l'elettricità è un bene strategico, di proprietà pubblica e la popolazione ha diritto alla corrente a basso prezzo. Quest'ultimo è fissato dal MINDIC (Ministère du Développement Industriel et Commercial). L'evolvere della gestione può essere così presentato:

Dopo l'indipendenza nel 1960 si hanno tre operatori regionali (POWERCAM, ENELCAM, EDC). Nel 1975 si ha la fusione dei operatori regionali in una sola struttura: la SONEL. Dal 1975 al 1998, l'accento è stato messo principalmente sui questi campi:

- Servizi pubblici
- Produzione, trasporto e distribuzione
- Il MINEE (Ministere de l'Eau et de l'Energie) facendo da tutela settoriale

I principali risultati osservati sono stati:

- Il Camerun è passato da 25 città elettrificate a 1800
- Formazione di personale qualificato e approfondimenti delle di gestione in particolare quella della distribuzione monofase a neutro isolato.

Dal 1988, si osserva già qualche disfunzione; in particolare:

- Degradazione tecnica e economica della SONEL
- Rallentamento della crescita nella distribuzione.
- Squilibrio fra produzione e consumo
- Mancanza dell'appoggio finanziario dello stato

E' in questo contesto che il Camerun intraprende la riforma del settore elettrico nel 1999. Una nuova legge n° 98/022 del 24 dicembre 1998 è stata votata e completata dal decreto n° 200/464 PM del giugno 2000. Questa ristrutturazione hanno visto nascere nuovi attori sotto la tutela del Ministero dell'Energia.

- L'Agenzia di regolazione del Settore dell'elettricità (ARSEL decreto n° 99/125 del 15 giugno 1999) con il compito d'assicurare la regolazione, il controllo e il monitoraggio delle attività dei operatori del settore elettrico.
- L'Agenzia per l'Elettrificazione in zona Rurale (AER, decreto n° 99/193 del 8 settembre 1999), caricato anche della promozione. A questo titolo fornisce anche finanziamenti necessari ad operatori.

Un'altra conseguenza importante di queste riforme è stata la privatizzazione della SONEL. Infatti la multi nazionale AES ha comprato 56% delle azioni e così è nata la AES-SONEL nel 2001. I principali punti degli accordi sono:

- Produzione: una gestione di 20 anni su tutti gli impianti di produzione e aumento di quest'ultima.
- Trasporto: monopolio sulla rete già esistente e sviluppo eventuale in questo campo.
- Distribuzione: diritti esclusivi per 20 anni sulla BT e 5 anni sulla MT e la AT.

3.2 PRODUZIONE.

La produzione elettrica in Camerun è garantita da centrali idroelettriche e termiche. Gli impianti idraulici rappresentano il grosso della produzione elettrica. La potenza totale installata nel 2002 era di 847 MW di cui 720 MW in idraulica (85%) e 127 MW in termica (15%). La produzione annuale varia fra 3.3 e 3.5 TWH con un tasso di crescita complessivo di circa 6.7%.

Durante l'esercizio 2001/2002, la capacità totale delle centrali idrauliche è passata da 5,1 miliardi di m³a di 3.7 miliardi di m³. La conseguenza diretta di questo deficit idraulico è l'abbassamento della della energia prodotta. La figura 3.1 mette a confronto lo stato delle produzioni idraulica e termica.

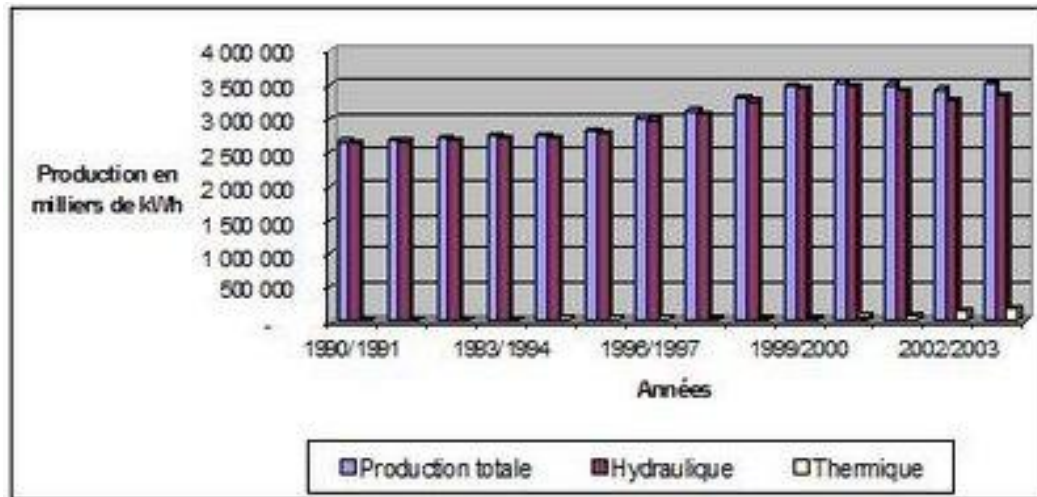


Figura 3.1 *Produzione idraulica e termica in camerun fra 1990 e 2003*

3.2.1 PRODUZIONE IDROELETTRICA

Il parco idraulico è formato da tre principali centrali di produzione:

- **EDEA (264 MW)** a pelo d'acqua.
- **SONG-LOULOU (384 MW)** : con bacino di modulazione giornaliero con 8 gruppi da 57000 kVA, ossia 48450 kW.
- **LAGDO (72MW)**: ritenuta di testa con 4 gruppi da 18000 kW.

Le due prime (Edea e Songloulou) sono costruite sul fiume Sanaga (il piu' lungo del Camerun, 718 Km) la cui portata naturale a Edéa presenta grandi variazioni e può oltrepassare i 7.000 m³/s in periodi d'acque alte (piovosi) per poi scendere fino ai 250 m³/s in quelli bassi. Per ovviare a queste irregolarità sono stati costruiti tre dighe a monte dello Sanaga ,sui suoi principali affluenti

che, con le acque trattenute nei periodi alti, permettono di regolare la portata in periodi bassi. I bacini sono:

- **MBAKAOU** ($2,6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- **MAPE** ($33,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)
- **BAMENDJIN** ($1,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$)

Il parco idraulico del paese comprende in tutto 9 dighe ($H > 15$) di cui 5 esclusivamente per la produzione della corrente e le altre l'irrigazione delle acque.

3.2.1.1 Centrale di Edea

La centrale di Edéa è stata il primo impianto idroelettrico in Camerun. I lavori iniziati nel 1954 aveva per principale scopo l'alimentazione delle industrie costruite nella regione del litorale e localizzate nelle città di Edéa e Douala (capitale economica). È stata in parte finanziata dalla CCCE (Caisse Centrale de Cooperation Economique).

La centrale nella località di Edéa è costruita sul fiume Sanaga e gode di una portata media annuale di $1774 \text{ m}^3/\text{s}$. Raggruppa tre alternatori di 11 MW ciascuno e undici altri di 21 MW ognuno, per un totale di **264 MW**.

Queste turbine sono state messe in servizio in modo progressivo: EdeaI 1953, EdeaII 1958 e EdeaIII 1971-1975. L'impianto ha un salto idraulico di **H = 22 m** (altezza netta con una portata utile media nei condotti forzati di **720 m³/s**

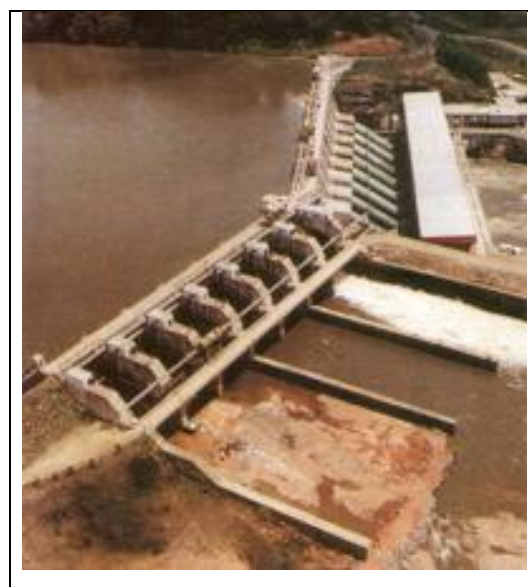


Figura 3.2 centrale Edéa vista dall'alto

che alimentano le turbine).



Figura 3.3 Scaricamento delle acque dalle paratie. (Edéa)

3.2.1.2 Centrale idroelettrica di Lagdo

Costruita sul fiume Benoue, nella provincia del Nord, a 50 km a sud della città di Garoua (capoluogo della provincia), la centrale di Lagdo è stata realizzata dalla Repubblica Popolare della Cina.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO



Fig 3.4 Ingresso stabilimento centrale Lagdo

I lavori sono iniziati nel 1977 per concludersi nel 1983. La diga serve sia alla produzione della energia sia per l'irrigazione di circa 15.000 ettari di colture.

La potenza totale è di **72 MW**, Con 216 m di lunghezza, la diga ha una capacità di **7.7 miliardi di m³** d'acqua per una superficie immersa di circa 700 km². Il salto idraulico disponibile **H è di 40 m**.



Figura 3.5 Centrale idroelettrico Lagdo

Dotata di 4 gruppi da 18.000 kW, ha una potenza massima è poco fruttata; le 4 turbine lavorano a coppia su turni di 6 mesi all'anno. E' in corso una possibilità di interconnessione della rete per un maggiore sfruttamento è in

corso. Il picco di potenza negli anni 95/96 è stato di 29.4 MW-26.6 MW, con una crescita di 10%.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

La sua costruzione ha richiesto circa 1,112 milioni di m³ di terra colmata e 162 000 m³ di cemento armato. Il sistema di scarichi delle acque è formato da due vani di 12 m di larghezza e 15.2 m di altezza con una portata di 33320 m³/s e da due canali d'irrigazione rispettivamente di 9 m³/s e 14 m³/s, il costo complessivo è stato di circa 20 miliardi di FCFA (80 milioni \$ US).

I lavori hanno costretto circa 4.500 persone a spostarsi, con anche profonde perturbazioni per l'ambiente per il sistema agricolo e il trasporto fluviale a monte e a valle.

3.2.1.3 Centrale idroelettrica di Song-Loulou



Figura 3.6 *Centrale idroelettrica Song-Loulou (in costruzione 1981)*

Sostenuta da un ricolmo di terreno su 300 m di lunghezza e 27 m d'altezza, la centrale di Song Loulou, costruita sul fiume Sanaga, produce una potenza totale di **384 MW** con 8 alternatori di 48 MW ognuno. Un sistema di paratie di 135 m di lunghezza con 20 m di altezza scaricano le acque durante le stagioni

piovose. L'impianto ha una portata media di **2.100 m³/s** con **10.000 m³/s** di portata massima e una trattenuta di circa 10 000 000 m³ di acqua.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

La centrale è dotata di quattro turbine pelton che trasformano la potenza idraulica disponibile da una altezza **H = 40 m**.

Realizzata con la cooperazione dei gruppi COGEFAR e RAZEL (francese) per un costo stimato a 230 milioni di dollari (US), la centrale di Song Loulou è stata messa in servizio in modo progressivo, Song Loulou I (1981) Song Loulou II (1988). L'impatto ambientale di questo impianto è trascurabile perché costruito in zona forestale e sopra una base rocciosa solida.



Figura 3.7 Centrale Song Loulou (vista dall'alto)

Lo sfruttamento ottimale delle centrali di Edea e di Song-Loulou durante le stagioni secche necessita di una regolazione della portata del fiume Sanaga, garantita dalle dighe di Mbakaou (2.600 milioni di m³), Mape (3.200 milioni di m³) e Bamendjin (1.800 milioni di m³).



Figura 3.8 Centrale Song Loulou

3.2.1.4 Diga di Mbakaou

Costrutta sul fiume Djerem (affluente del fiume Sanaga 918km), nella provincia dell'Ovest con una capacità di **2.6 miliardi de m³**, la diga di Mbakaou è lunga di 1475 m con 22 m di altezza ed è in servizio dal 1971.



Figura 3.9 *Diga riserva Mbakaou.*

Questa diga serve principalmente alla regolazione della portata del fiume Sanaga per la centrale idroelettrica di Edéa posta 600 km più a valle.



Figura 3.10 *Diga riserva Mbakaou -vista dall'alto-*

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

Dopo l'apertura delle paratie la durata di propagazione delle acque fra Mbakaou e Song Loulou è di 7 giorni.

3.2.1.5 Diga di Bamendjin (1972-1974)

Con la sua capacità di **1.8 miliardi di m³** costruita sul fiume Noun nella regione dell'Ovest, la diga si estende su una lunghezza di 245 m con 17.5 m di altezza. In servizio da maggio 1974.



Figura 3.11 *Diga riserva Bamendjin.*

La diga fa anch'essa da serbatoio di riserva per il fiume Sagana per dare continuità di servizio alle centrali d'Edea e Songloulou. La durata di propagazione delle acque dopo l'apertura delle paratie fra Bamendjin e Song Loulou è di 5 giorni.

3.2.1.6 Diga di Mape (1984-1988)

Costruita dall'impresa italiana IMPREGGIO dal 1984 al 1988 sul fiume Mape (regione dell'Ovest), la diga è stata finanziata dalle BAD (Banque Africaine de Developpement) e BEI (Banque Europeenne d'Investissement) per un costo di 27.5 miliardi di FCFA.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO



Figura 3.11 *Diga riserva Mape.*

Lungo 1521 m con un'altezza di 35 m la diga di Mape è il serbatoio principale, con la sua capacità di **3.2 miliardi di m³**, per una portata che varia fra **25 e 400 m³/s**. Essa alimenta e mantiene la portata del fiume Sanaga per assicurare una produzione costante e continua di energia elettrica per le centrali di Song-Loulou ed Edea. La diga è dotata di due turbine di 100 kW ognuna che alimentano solo le località limitrofe. La durata di propagazione delle acque dopo l'apertura delle paratie fra Mape e Song Loulou è di 5 giorni.

La figura 3.12 mostra la disposizione geografica delle centrali idrauliche e le diverse dighe di riserve comprese quelle in progetto.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

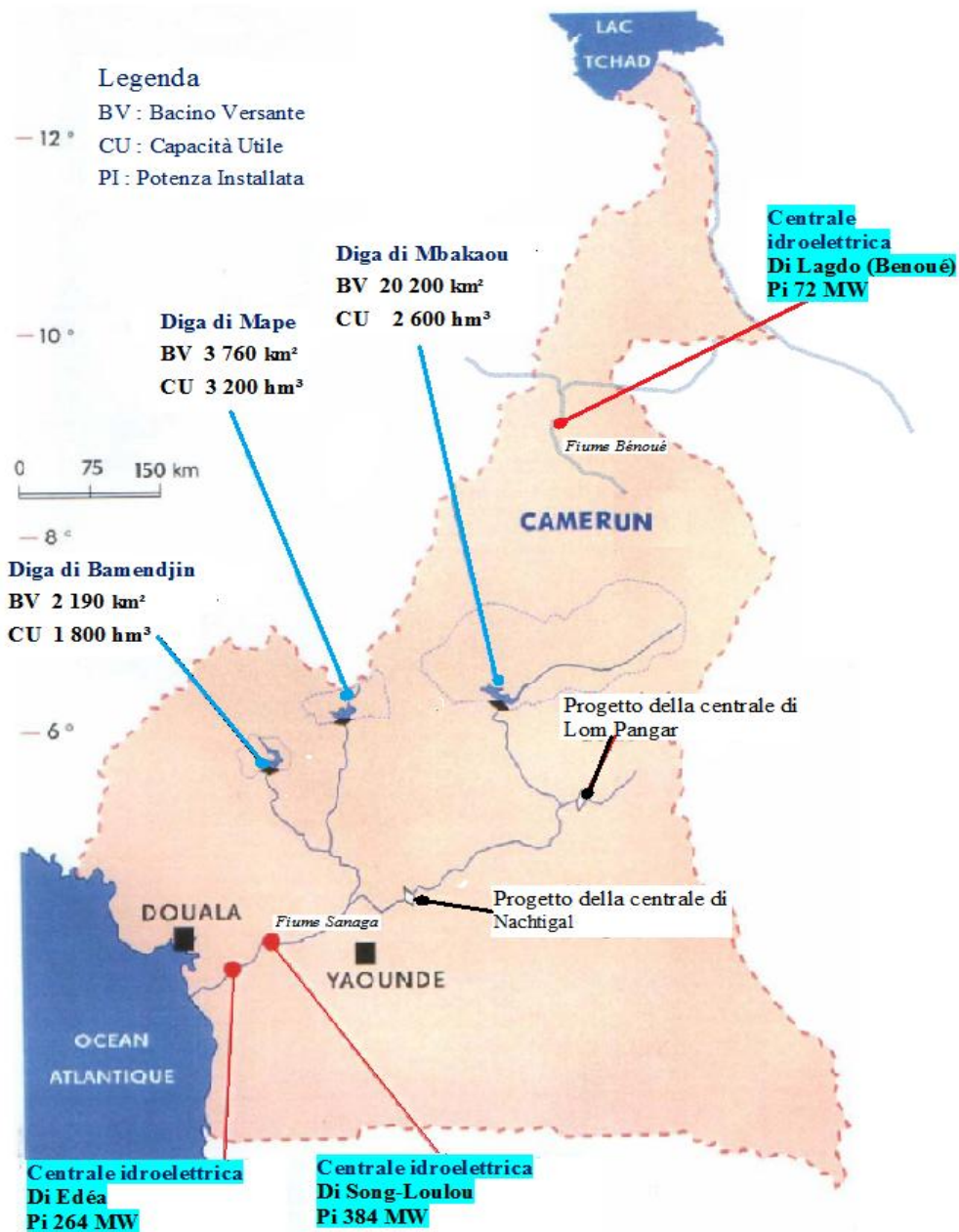


Figura 3.12 Centrali idrauliche e dighe riserve in Camerun.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

3.2.2 PRODUZIONE TERMOELETTRICA

Oltre gli impianti della AES-SONEL, alcune piccole imprese e alcuni servizi amministrativi dispongono di propri impianti di produzione.

Da quando ha preso in gestione il 56% dell'energia elettrica nel 2001, il gruppo AES ha iniziato riforme significative per migliorare le capacità produttive del paese. Per un piano d'investimento di più di 750 milioni di Euro su un periodo di 10 anni, per soddisfare la domanda sempre crescente (6 %), la AES ha realizzato in totale 6 centrali termiche che si aggiungono alla trentina di centrali termiche a diesel a nafta sparse su tutto il territorio nazionale.

Le nuove sono :

2001 – 2004

- Centrali d'Oyomabang II : **13MW.**
- Centrali di Logbaba I,II : **8MW,13MW.**
- Centrale di Bassa III : **8MW.**
- Centrale di Limbé : **230 MW** (al nafta, di cui **solo 85 MW** oggi in funzione).

2008 – 2009

- Centrale di Yassa- Dibamba : **86 MW** (nafta).
- Centrali di Logbaba II : **13MW.**

La produzione termica ha avuto dei salti significativi e una disponibilità di circa 85%. Da 2001 a 2004 siamo passati di 45 MW a 127 MW e fra il 2008 e

2009 un altro incremento per raggiungere circa 301 MW complessivi . Fra altre più importanti centrali già esistenti possiamo citare le centrali seguente:

Nord

- Djamboutou : **20 MW.**
- Kousseri : **3 MW.**

Sud

- Oyomabang : **36 MW.**
- Bafoussam : **14.3 MW.**

Est

- Bertoua : **8 MW.**

La mappa della figura 3.13 rappresenta le diverse centrali termiche su tutto il territorio nazionale

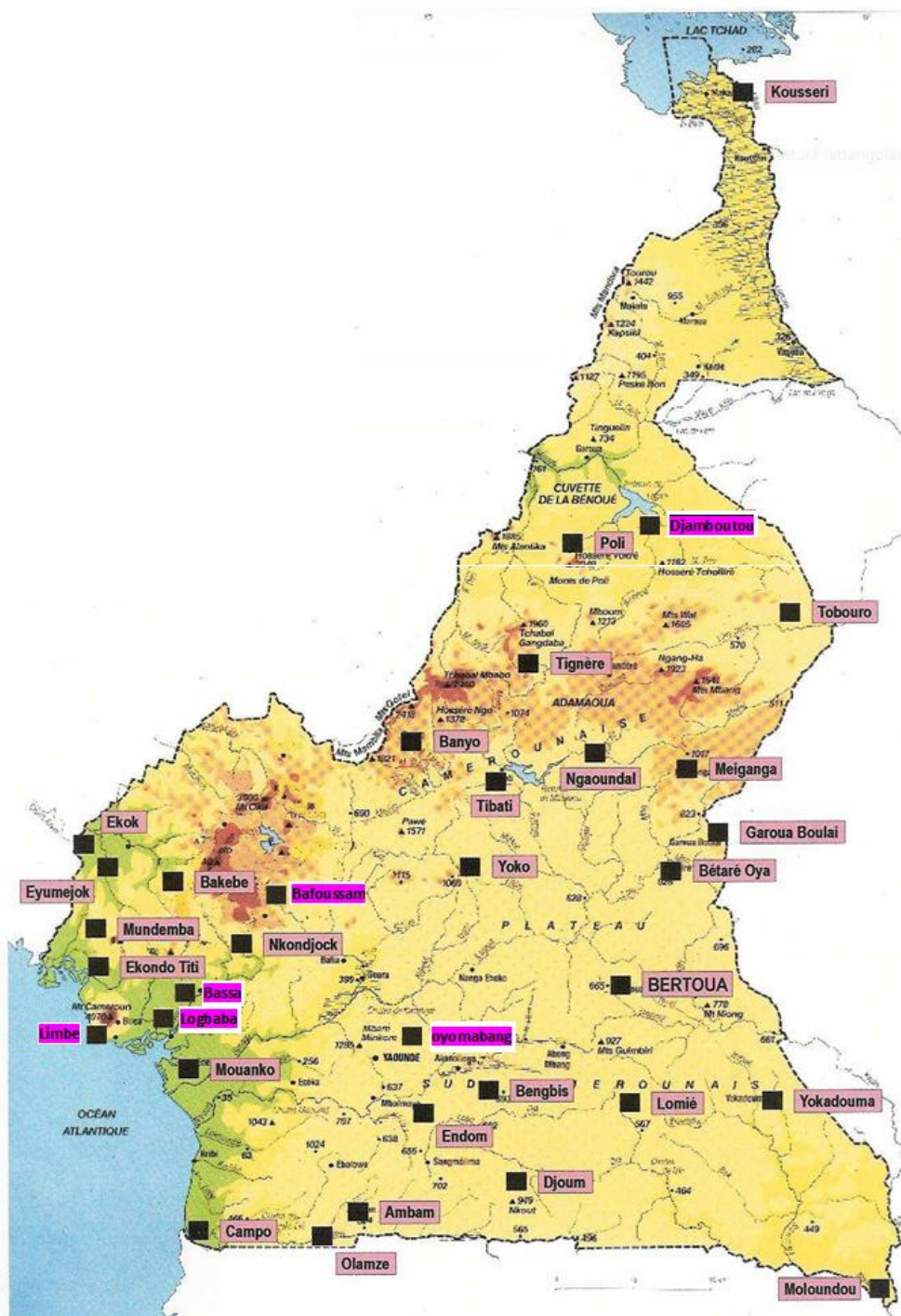


Figura 3.13 *Distribuzione delle centrali termiche in Camerun*

3.2.2.1 Centrale termica di Yassa-Dibamba

Dopo 19 mesi di lavoro intenso per un costo di 62,8 miliardi di FCFA (Euro 95,7 milioni), *Kribi Power Development Company* (KPDC), una filiale della *AES*, ha reso operativa la centrale di Yassa-Dibamba (potenza di 86 MW) da marzo 2008.

Situata a 15 km dalla città di Douala (capitale economica), l'impianto è esteso su una superficie di 7.5 ettari.



Figura 3.14

Dotato di 8 turbomacchine (fig 3.14;3.15) di costruzione Wärtsilä con potenza di 16,6 MW ognuna; l'impianto ha la particolarità di arrivare a regime in solo 15 minuti e tutto in automatico con tecnologie d'avanguardia.



Figura 3.15 Turbomacchine

Il sistema di raffreddamento è fatto ad aria e acqua con quattro camini di 40 m per i residui di fumo.



Figura 3.17



Figura 3.18

Figure 3.17 e 3.18 *Centrale termoelettrica di Yassa-Dibamba*

La centrale dispone anche di due cisterne da 3000 m³ ognuna per la nafta con un'autonomia di circa due settimane. Altre cisterne con acqua in caso di incendio sono sempre pronte per l'uso. Un sistema per il controllo di depurazione delle acque e oli sporchi è stato attivato.

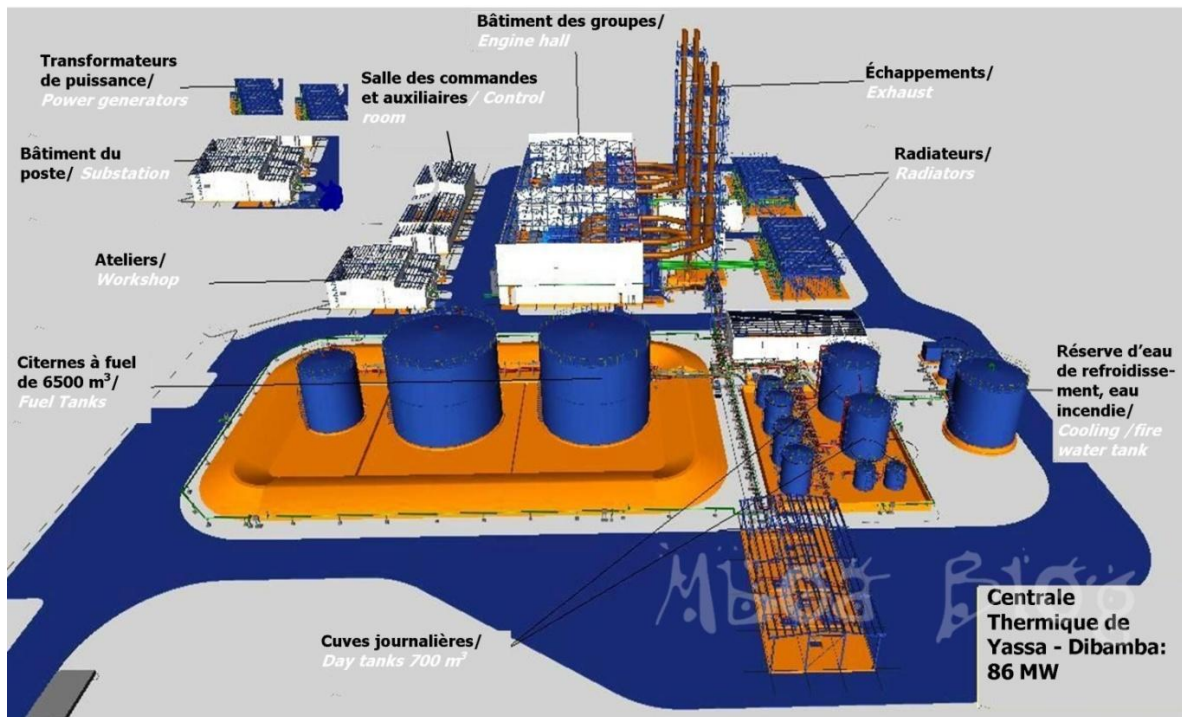


Figura 3.19 Rappresentazione virtuale della centrale termoelettrica di Yassa-Dibamba.

La tensione all'uscita degli alternatori è di 11 kV e viene elevata tramite un trasformatore a 90 kV per la linea AT (Alta Tensione) verso il posto interconnessione di Ngodi-Bakoko.

Con l'avviamento di questa centrale il deficit energetico di 120 MW è stato ridotto a soli 34MW. Un *gap* che sarà sicuramente compensato dalla centrale a gas naturale di 150 MW in costruzione a Kribi dalla KPDC (*Kribi Power Development Corporation*) dal 2009.

La tabella seguente (Tab. 3.1) mostra l'organizzazione generale delle centrali idroelettriche e termiche su tutto il territorio nazionale.

| Potenze installate | | | | |
|-------------------------------|--|---------------|--------------------------------|-----------------|
| <i>Rete</i> | <i>Produzione idroelettrica</i> | | <i>Produzioni termiche</i> | |
| Rete interconnessa Nord | Lagdo | 72 MW | Djamboutou | 20 MW |
| | | | Kousseri | 3 MW |
| | | | Autres Installations Nord | 1.15 MW |
| | Totale idroelettricità Nord | 72 MW | Totale termica Nord | 24.15 MW |
| Rete interconnessa Sud | Songloulou | 384 MW | Oyomabang I,II | 39 MW |
| | | | Mefou | 2 MW |
| | | | Ebolowa/ Meyomessala | 2.2 MW |
| | | | Bassa I,II,III | 18.6 MW |
| | Edéa | 264 MW | Logbaba | 21 MW |
| | | | Bafoussam | 14.3 MW |
| | | | Limbe | 85 MW |
| | | | Yassa Dibamba | 86 MW |
| | Totale idroelettricità Sud | 648 MW | Totale termica Sud | 268.1 MW |

| | | | |
|----------------|----------------------------|---------------------------------------|---|
| Altre centrali | | Bertoua | 8 MW |
| | | Altre centrali Sud | 4.15 MW |
| | | Totale altre centrali termiche | 12.15 MW |
| Totale | Totale produzione | | |
| | Idraulica nazionale | 720 MW | Totale produzione termica nazionale 304.4 MW |

Tabela 3.1 : *Reassunto dei mezzi di produzione dell'energia elettrica in Camerun*
(AES-SONEL2009).

3.3 TRASPORTO E DISTRIBUZIONE



Figura 3.20 *Linea AT.*

Il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica in Camerun sono caratterizzati da tre grandi reti predominanti. Le altre regioni e alcune localita', anche importanti (in termine di densità della popolazione), non connessi a queste reti sono alimentati per mezzo di piccole centrali termiche a diesel indipendenti.



Figura 3.21 *Linea BT.*

Le tre grandi reti non sono interconnessi fra di loro e sono organizzate come segue :

- **La rete interconnessa Sud (RIS)**

Alimentata dalle centrali di Edea e Song Loulou e sostenuta dalle centrali termiche di Bafoussam, Mefou et Bassa etc.

Approvvigiona le regioni del Littorale, Centro, Ovest, Nord-Ovest, Sud-Ovest, Sud. La RIS comprende 480 Km di linee 225 Kv e 857 km di linee 90 kV e comprende 17(4 stazioni d'interconnessione e 13 stazioni sorgenti 90 kV/MT). L'energia trasportata ha un valore globale di 1458 GWh all'anno è aumentata di 6.1 %. La potenza di punta per il settore pubblico ha raggiunto i 296 MW nel 1996, con un tasso di 10,9%.

- **La rete Interconnessa Nord (RIN)**

Alimentata principalmente dalla centrale di Lagdo e sostenuta da quella di Djamboutou, approvvigiona le regioni del Nord, Extrême-Nord e Adamaoua. La RIN è formata da 337 km di linee a 110 kV e 201 km di 90 kV e comprende 4 stazioni di trasformazione.

L'energia trasmessa è di circa 152,5 GWh con un tasso di 7%. La potenza di punta può oltrepassare i 29,6 MW.

- **La rete dell' Est**

Alimentata da una centrale termica di 8 MW, questa rete è l'unica senza linee ad alta tensione (AT). Comprende 2 linee di 15 KV che alimentano il capoluogo, *Bertoua* ; poi 3 linee di 30 KV con pali di legno distanziati di 70m che partano da *Bertoua* per *Batouri*, *Minta* e *Abong-Mbang* ;poi *Bélabo*, *Nguelemendouka*, *Dimako*, *Diang*, et *Doumé*

| Linee di trasporto | | kilometri |
|--------------------|-----------------|---------------|
| Alta Tensione | 225 kV | 480 |
| | 110 kV | 337 |
| | 90 kV | 1067 |
| Media Tensione | 30/15/10/5,5 kV | 11 450 |
| Bassa tensione | | 11 158 |
| Totale | | 24 492 |

Tabela 3.2 : Lunghezze delle linee di trasporto e distribuzione (AT,MT e BT,2001)

La distribuzione in BT in Camerun è in grande parte aerea con pali di legno

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO



Figura 3.22 Pali incastrati nel cemento protetti con creosoto

protetti con il creosoto (*prodotto chimico per la protezione del legno contro la putrefazione*) ciò che non contribuisce a una buona estetica (fig. 3.23) e alla riduzione dei pericoli di elettrocuzione.



Figura 3.23

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO



Un personale qualificato, non sempre prontamente disponibile ma comunque efficace, garantisce una

continuità di servizio agli utenti che a volte sono grandi consumatori.



Figura 3.25 Agente AES_SONEL in azione su una linea BT .

Figura 3.24 Intervento di tre agenti su isolatori.

Le perdite (effetto Joule, scariche superficiali etc) sono stimate a circa il 20 %. La copertura nazionale attuale è di 46 % con tasso di crescita del 15 %, per grandi agglomerazioni, e 5% in campagna.

La carta seguente (Fig. 3.26) esplicita la rete di distribuzione elettrica in Camerun con le principali centrali idroelettriche e termiche.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

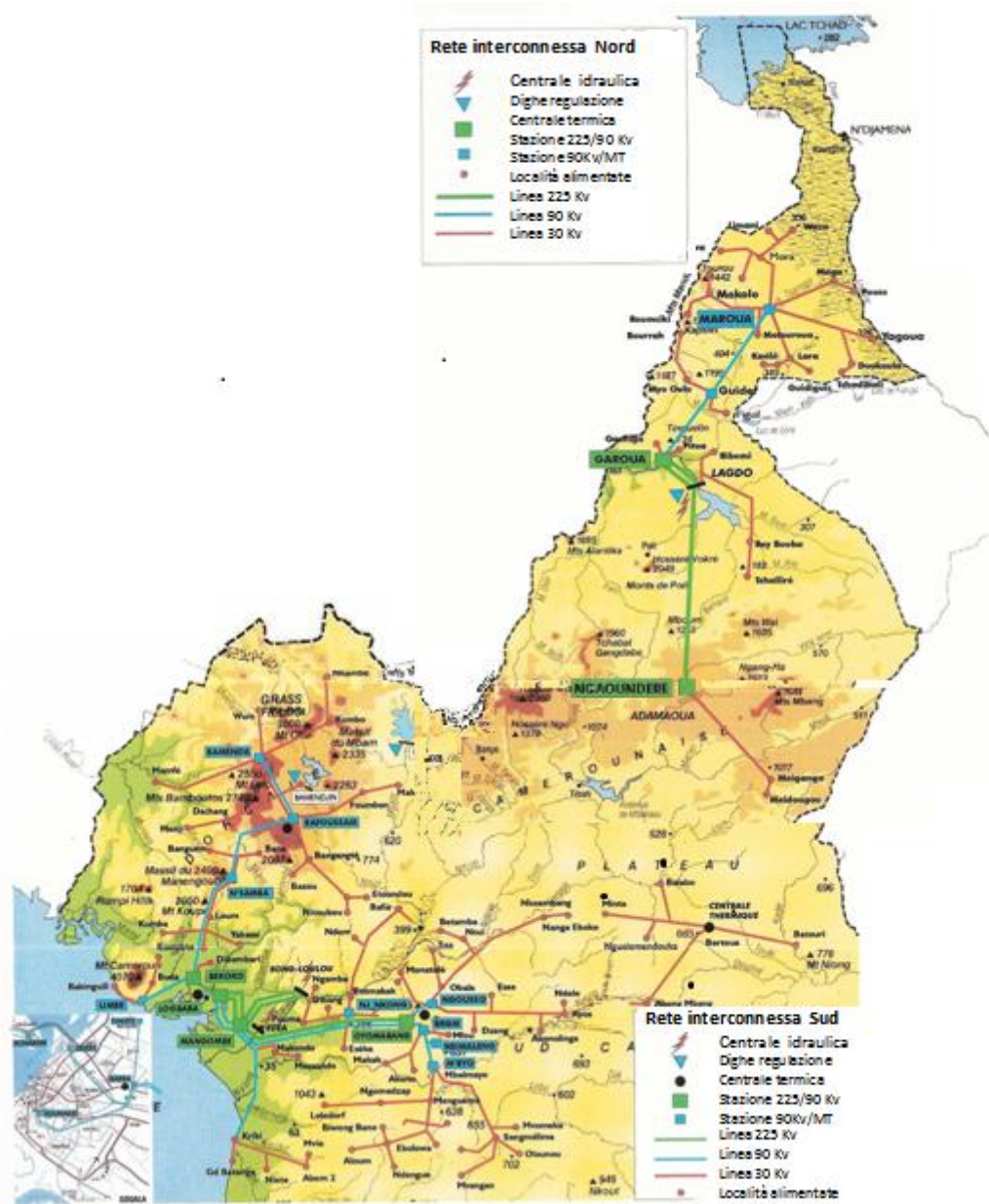


Figura 3.26 Reti elettriche interconnessa e indipendenti in Camerun

3.3 CONSUMO.

Una buona parte dell'energia elettrica prodotta dalla *AES-SONEL* è consumata dalla *Allucam-Péchiney* (Società di trattamento della bauxite e

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

dall'aluminio), si contano poi 4 altre grosse aziende che si approvvigionano in Alta Tensione (*Société camerounaise de transformation de l'aluminium, Cottonnière industrielle du Cameroun, Cellucam, Cimenteries du Cameroun*). Insieme consumano più della metà annuale del consumo nazionale. Nel 1997 hanno raggiunto 1416 GWh e insieme agli utenti in media tensione un totale di 77 % del consumo nazionale (Tab.3.3). Questa cifra è sensibilmente cambiata con l'aggiunto di nuove centrali di produzione.

| PRINCIPALI CLIENTI | Consumo (GWh) | Ratio (%) |
|---------------------------|----------------------|------------------|
| ALUCAM | 1332 | 54,3 |
| SOCATRAL | 11, | 0,5 |
| CPPC ex CELLUCAM | 2, | 0,1 |
| CIMENCAM | 39, | 1,6 |
| CICAM | 27, | 1,1 |
| TOTAL | 1415 | 57,8 |
| MT | 472 | 19,3 |
| BT | 559 | 22,8 |
| TOTAL GENERAL | 2450 | 100 |

Tabela 3.3 *Consumo dei principali utenti AT e consumo MT e BT.*

Questi dati dimostrano come gli utenti in BT non disponevano di una fornitura adeguata di energia elettrica.

Dal 2001 c'è stato un miglioramento significativo quando lo Stato ha privatizzato circa il 50 % della gestione dell'energia elettrica. I nuovi consumi sono ripartiti come segue :

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

- Gli utenti in bassa tensione (BT) rappresentano il 25 % del consumo e il 54 % per le vendite. La tariffa media pagata è di 56,6 FCFA/kWh (ossia 86,29 €/MWh) con un consumo annuo medio di circa 1.663 KWh per utente.
Illuminazione pubblica : 21.6 GWh ; (clienti con un consumo mensile < 90 kWh : 180 GWh per 324242 abbonati ossia 555 KWh in media all'anno per abitazione. Clienti con un consumo mensile > 90 KWh : 357 GWh per 93 766 abbonati,ossia 3807 KWh all'anno (carpentieri, sarti, quartieri *vip*...).
- Gli abbonati MT rappresentano i 18 % del consumo e il 34 % delle vendite. La tariffa media è di 41 FCFA/kWh (ossia 62,50 €/MWh) con un consumo annuo medio di circa 538 MWh per cliente.
- In AT, il gruppo Pechiney-ALUCAM consuma attualmente circa 40 % della produzione nazionale ;percentuale inferiore rispetto agli anni precedenti.

Le tabelle 3.4, 3.5 mostrano una stima delle tariffe con le variazioni e aumenti annuali a seconda della tensione fornita.

Tariffe 2007

| <i>Consumazione mensile (KWh)</i> | <i>Tariffe in FCFA / KWh</i> | |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | <i>Usi domestici</i> | <i>Usi non domestici</i> |
| < = 110 | 50.00 | 75.00 |
| [111 ;400] | 70.00 | 80.00 |
| [401 ;800] | 80.00 | 85.00 |
| > 800 | 85.00 | |
| >1000 | | 92.00 |

Tabela 3.4

Tariffe 2010

| <i>Consumazione mensile (KWh)</i> | <i>Tariffe in FCFA / KWh</i> | |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | <i>Usi domestici</i> | <i>Usi non domestici</i> |
| < = 110 | 50.00 | 85.00 |
| [111 ;400] | 70.00 | 90.00 |
| [401 ;800] | 85.00 | 94.00 |
| > 800 | 95.00 | |
| >1000 | | 96.00 |

Tabela 3.5

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

A secondo dell'attività svolta,il consumo in MT è così ripartito :

- Settore primario agricoltura,caccia, selvicoltura ,e industria estrattiva - mineraria - : 5.08 %. C'è da ricordare però che queste attività fa largo uso di auto-produzione.
- Settore secondario ;industrie manifatturieri.
- Settore terziario ; commercio, trasporti, comunicazione, depositi, banche, assicurazioni ect : 36,78 %.

La tabela seguente (Tab.3.6) reassume l'evoluzione del consumo e previsioni fino all'anno 2011.

ANALISI DEL SETTORE ELETTRICO

| Potenza (MW) | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Alucam | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 200 | 200 |
| Stettore publico Sud | 466 | 487 | 528 | 547 | 568 | 595 | 624 |
| Totale rete Sud | 611 | 632 | 673 | 692 | 713 | 795 | 824 |
| Rete Nord | 38 | 40 | 41 | 42 | 43 | 43 | 46 |
| Rete Est | 5.7 | 5.8 | 6.1 | 6.1 | 6.3 | 6.3 | 6.5 |
| Località isolate | 5.3 | 6.2 | 6.3 | 6.7 | 7.0 | 7.4 | 7.5 |
| Totale | 660 | 684 | 727 | 747 | 769 | 851 | 884 |
| Energia (GWh) | | | | | | | |
| Alucam | 1 385 | 1 379 | 1 379 | 1 426 | 1 421 | 1 752 | 1 752 |
| Stettore publico Sud | 2 346 | 2 485 | 2 561 | 2 721 | 2 852 | 3 020 | 3 110 |
| Totale rete Sud | 3 732 | 3 865 | 3 940 | 4 147 | 4 274 | 4 772 | 4 862 |
| Rete Nord | 209 | 212 | 225 | 227 | 234 | 239 | 250 |
| Rete Est | 26 | 32 | 34 | 34 | 34 | 34 | 36 |
| Località isolate | 24 | 26 | 27 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| Totale | 3 991 | 4 135 | 4 226 | 4 433 | 4 569 | 5 072 | 5 176 |

Tabela 3.6

IV

POBLEMATICHE E POSSIBILI SOLUZIONI

PROBLEMATICHE E POSSIBILI SOLUZIONI

4.1 Nella produzione

La produzione è in pieno sviluppo e ristrutturazione non senza problemi di fondo di diversa natura.

4.1.1 *Idraulica*

Considerazioni generali.

Gli impianti idroelettrici di Edéa e Songloulou funzionano a pelo d'acqua, così che ogni diminuzione temporanea della portata al di sotto di quella nominale delle turbine, causa inevitabilmente un calo della potenza prodotta. Con i cambiamenti climatici, la Sanaga presenta una variazione della propria portata simile a un andamento in denti di sega, il che la rende fortemente dipendente dalle fluttuazioni climatiche.

L'insieme delle tre dighe riserva della sezione 3.1.1, come visto, fanno da regolatori di questa portata così la Sanaga in generale è sede di una portata regolata. A questo scopo per garantire una buona continuità, è necessario conoscere la portata naturale della Sanaga 5 giorni in anticipo dall'ultima stazione di controllo idrologico (*Songmbengué*).

Perché le centrali di Edéa e Songloulou sono molto distanti, uno scarico dalla diga di Mbakaou, ad esempio, necessita di circa una settimana per raggiungere le centrali il

che provoca perdite di portata con l'appiattimento del letto del fiume oppure precipitazioni impreviste aumentano e perturbano una buona gestione della portata da turbinare.

Soluzioni possibili

Per un buon sfruttamento delle riserve, si deve prevedere molto in anticipo la portata naturale della Sanaga in sincronia con gli scarichi delle acque secondo le necessità adeguate delle portate nominali delle turbine.

Un esempio di simulazione idrologico di studio per questo scopo è il *Modello Markov (o stocastico)*¹ per la simulazione pluviometrica giornaliera.

La regolazione della portata della Sanaga con dighe molto distanti dalle centrali di produzione è una caratteristica unica nel mondo.

4.1.2 Termica

Anche gli impianti termici sono ormai vetuste, infatti avendo supportato gli impianti idraulici oltre i limiti previsti, i macchinari devono essere cambiati. Un altro aspetto è la difficoltà sempre crescente dell'approvvigionamento del combustibile da bruciare, inoltre la combustione che contribuisce sempre di più all'inquinamento dell'ambiente e a tutti gli altri effetti nefasti correlati.

¹ Processo nel quale la probabilità di transizione che determina il passaggio ad uno stato di sistema dipende unicamente dallo stato di sistema immediatamente precedente e non dal come si è giunti a tale stato.

4.2 NELLA DISTRIBUZIONE E UTILIZZAZIONE

4.2.1 Considerazioni generali

I problemi in questo settore sono dovuti alla capacità di produzione ancora insufficiente a causa dei ritardi d'investimento, alla vetustà degli impianti attuali e alla mancanza di manutenzione adeguata. A questo si aggiunge l'inefficienza dei operatori istituzionali (MINEE, ARSEL, AER) in termine di competenze tecniche e tecnologiche.

Il settore si caratterizza anche con un tasso in generale ancora basso di accesso alla rete, in particolare modo in campagna e località molto isolate. La causa principale, oltre obsolescenza degli infrastrutture, sono i costi (100 / 250 €) a volte molto elevati a secondo della situazione geografica e la lontananza dalla rete degli utenti, sia in campagna che nelle zone urbane .

4.2.2 Soluzioni possibili

Rispetto a tutte queste problematiche, le autorità pubbliche di adoperano per ovviare a questa situazione e migliorare le condizioni di vita della popolazione. I principali punti strategici sono:

- promuovere delle nuove capacità di produzione privilegiando quella idraulica e quelle rinnoavabili.
- Promuovere la modernizzazione della rete di trasporto e distribuzione secondo il contesto nazionale.

- Facilitare e rivedere i costi di utenza per l'accesso alla fornitura elettrica , in particolare modo nelle campagne.
- Lottare contro il vandalismo con nuove tecniche di protezione e l'educazione della popolazione sull'importanza dei beni pubblici.
- La necessità di un equilibrio socio-politico nazionale non sempre compatibile con la resa economica.
- Una ulteriore ristrutturazione del campo di competenze e istituzionale della AER.
- Necessità di meccanismi di finanziamenti a lungo termine per l'elettrificazione rurale.
- Sviluppo di nuove figure di competenze sia al livello locale che nazionale per un seguito tecnico-finanziario preventivo degli impianti.

4.2.3 *Riduzione dei costi*

Il passaggio dalla SONEL alla AES-SONEL si è accompagnato dal passaggio da un monopolio pubblico a quello privato. Cambiamento molto favorevole allo sviluppo, ma non senza ripercussioni sul consumatore individuale. Infatti la rendita ricercata dai nuovi gestori non la spinge a fissare i prezzi al livello del costo marginale come di obbligo in caso di concorrenza e/o di monopolio. Il che necessita l'intervento normativo da parte dello Stato essendo in presenza di un bene pubblico.

Questi disagi in parte legati ai costi di investimenti che al potere di acquisto della popolazione possono essere attenuati facendo leva su alcuni meccanismi:

- Utilizzo di tecniche semplificate in campagna
Un decentramento della produzione in sostituzione con piccole centrali, a seconda dell'importanza in termini di popolazione, e

eventuali piccole interconnessioni regionali. Così non più' retiper portare l'energia elettrica alla popolazione,ma direttamente le

- centrali;il che cambia in modo significativo il rapporto produttore-consumatore e permette di valorizzare le risorse locali.
- Finanziamenti da terzi (finanziamento di una parte degli investimenti,i sistemi di prestiti...).

4.2.4 *I meccanismi di finanziamenti.*

- La riconoscenza del ruolo fondamentale della *AER* (Agence d'Electrification Rurale) per favorire il principio di solidarietà nazionale con ricerca dei finanziamenti per piccoli progetti.
- La FSP (Fondo Sociale prioritario) attivato dal Ministero degli Esteri avendo per obiettivo:
 - Restaurare le politiche nazionale di sviluppo.
 - Ridinamizzare la capacità di regolazione della relazione pubblico-privato da parte dello Stato.
 - Coinvolgimento delle colettività locali.
- La cooperazione decentrata francese,nella quale Le colettività locali francesi beneficiano di una grande libertà d'azione nell'ambito della cooperazione internazionale.

V

PROGETTI E REALIZZAZIONI

PROGETTI E REALIZZAZIONI

Da quando ha acquistato buona parte della gestione (produzione, trasporto e distribuzione) dell'energia elettrica del Camerun, la *AES* e la *KPDC* (Kribi Power Development Company capitale sociale di 13 miliardi 640 milioni di francs CFA² e affiliata al gruppo AES), multinazionale che raggruppa al suo interno più di 25.000 dipendenti nel mondo con un capitale di circa di 26 miliardi di €, ha progettato un investimento di grande portata, circa 300 milioni di tra 2001 e 2010 per migliorare l'offerta in energia elettrica in Camerun.

² Il FCFA è la moneta usata in Africa Centrale e Occidentale (655,9 FCFA = 1 €).

PROGETTI E REALIZZAZIONI

Dal 2001 la *AES* ha realizzato più di 5 centrali per un costo di circa 215 milioni di €, non solo, prevede una ristrutturazione (fig. 5.1 ; 5.2 ; 5.3) delle centrali idrauliche di Edéa e Songloulou per un costo di circa 115 milioni di €.



Figura 5.2 *Trattenute acque vetuste*
(centrale Songloulou, 2008)



Figura 5.1 *Ristrutturazione dei condotti forzati* (centrale Songloulou, 2009)



Figura 5.3 *Ristrutturazione trattenute acque*
(centrale Songloulou, 2009)

La centrale di Lom Pangar

E' in assoluto il più importante progetto idroelettrico. Il sito si trova nella regione dell'Est, dipartimento di *Lom et Djerem*, sul fiume Sanaga (vedere fig. 3.12). Il progetto prevede la costruzione di una trattenuta di 46 m di altezza

PROGETTI E REALIZZAZIONI

coprendo una superficie di 610 km² circa per una riserva di circa 7 miliardi di m³. La potenza prodotta sarà di 30 MW del quale andrà soddisfare il fabbisogno in energia elettrica nella regione dell'Est, fornirà anche un approvvigionamento idrico per le centrali di *Edèa* e *Songloulou* per un surplus di produzione in queste ultime di circa 170 MW. Una linea di trasporto di 90 kV, lunga 110 km circa è prevista fino a Bertoua (Capoluogo della regione dell'Est). Una possibile interconnessione con le reti Sud e/o Nord è auspicabile.

Per la sua realizzazione servono 2.3 milioni di m³ di terrapiena e 250 000 m³ di cemento. Il costo totale sarà di circa 120 milioni di francs CFA (190 000 €). I principali finanziatori sono : l'*Agence Française de Développement (AFD)*, la *Banque de Développement de l'Afrique Centrale (B.A.D.A.C)*, la *Banque Africaine de Développement (B.A.d)*, la *Banque Arabe pour le Développement Economique en Afrique (B.A.D.E.A)*, il *Fonds Kowétien*, la *Banque Interaméricaine de Développement (BID)*, la *Banque Européenne d'Investissement*, il *Fonds Saoudien*... Sono previsti 44 mesi di lavoro per una consegna nel 2012.

La centrale di Nachtigal

La centrale idraulica di Nachtigal (potenza di 230-250 MW) a pochi chilometri di *Ntui* nello *Mbam et Kim*, è un progetto la cui realizzazione è prevista per 2012. Il costo totale compresa la linea di trasporto è di 250 miliardi di francs CFA. Anch'esso è condizionato dalla diga di Lom Pangar.

PROGETTI E REALIZZAZIONI

La centrale di Memve'ele (a filo d'acqua)

La centrale di Memve'ele sul fiume Ntem (lungo), con il suo dislivello di circa 35 m, produrrà 201 MW circa in periodo di punta (18h-22h); una linea alta tensione (AT) è prevista da Nyabizan alla stazione di distribuzione interconnessa di Oyomabang (Yaoundé) fatta dalla AER che prevede anche una interconnessione con Kribi e internazionale con la *Guinea Equatoriale*. La fine dei lavori è prevista per il 2013 per un costo di circa 365 miliardi di francs CFA (550 milioni di €). La sua realizzazione è gestita dalla *Sud Energie*, avendo come principale azionista la *Britannique Globelec*.

La centrale a gas de Kribi

La costruzione a breve termine della centrale termica a gas di *Kribi* per una potenza di 150 MW con una linea AT di 225 KV è fondamentale per fare fronte alla domanda sempre crescente. Il ritardo per l'avviamento dei lavori è all'origine della conclusione affrettata della centrale al nafta di Yassa-Dibamba. Il costo per la fornitura in gas è circa 40 miliardi di francs CFA.

Altri progetti idroelettrici

Realizzazione idroelettrica di Song Mbengue (900 MW), di Song Ndong (280 MW) e di Kikot (450 MW). Realizzazione idroelettrica di 75 MW a Warak (per il 2011, costo: circa 85 miliardi di francs CFA). Centrale di Gbazounbé (12 Mw) sul fiume Kadey nella regione dell'Est (costo: 2,25 miliardi di francs CFA). Centrale di Chollet (400 à 500 MW) sul fiume Dja al confine con il Congo con un'interconnessione fra i due paesi all'insegna di del *Pool énergétique d'Afrique centrale* (Peac).

PROGETTI E REALIZZAZIONI

Interconnessione

Il Ciad, paese confinante e nord con il Camerun usufrisce di una interconnessione elettrica dal Camerun dalla centrale di *Lagdo*. Per un fabbisogno sempre crescente nel CIAD una nuova linea media tensione di 30 Kv è in costruzione per alimentare le città di LERE, PALA, BINDER, RIBAO, MOMBORE e MAMBOROUA a partire dalla centrale idroelettrica di 75 MW a Biri Warak per 2011, costo : circa 85 milliards di francs CFA

Il progetto prevede :

- una linea aerea MT 30 kV con pali di legno di 128 km (di cui 10 in Camerun)
- Una stazione MT/MT alla frontiera ;

| | |
|--|--|
| | 14,5 km di rete BT (3x50 mm ² + NP +EP) |
| LERE | 6,5 km di linea miste MT/BT |
| 7 km di linee misti MT/BT (3x54 mm ² / 3x50 mm ² + NP EP) | (3x54 mm ² / 3x50 mm ² + NP +EP) |
| 4 km di rete BT (3x50 mm ² + NP +EP) | 5,2 km de réseau BT 3x50 mm ² +NP+EP |
| 2 stazioni MT/BT (50 kVA e 100 kVA) | 7 stazioni MT/BT (2 di 50 kVA ; 3 di 100 kVA e 2 di 160 kVA) |
| 400 utenti monofasi. | 1000 utenti monofasi. |

PALA

8,5 km linee MT 3x54 mm²
(Almélec)

PROGETTI E REALIZZAZIONI

RIBAO :

Linea MT 17,33kV
(34mm²Almélec : 500m).
Linea BT monofase 220V (
4x25mm² Aluminium : 1km)
Una stazione MT/BT 25 kVA
22 utenti (220 V)

MOMBORE e AMBOROUA

(35 utenti 220 V ; 30 utenti 220
V)

Linea MT 17,33kV (34mm²

Almélec : 500m=)

Linea BT (4 x 25mm²

Aluminium : 1 km)

Una stazione MT/BT 25 kVA

5.6 BINDER

Linea MT/BT (17,33kV / 220V ;
MT Almélec 54mm² et BT Alu
3x50mm²) : 1km

Linea BT(4 x 25mm²

Aluminium : 5,5 km)

Un trasformatore 25 kVA

80 abbonati 220 V

Sono previste delle interconnessioni anche con la Rep. Dem. Del Congo (dalla centrale di Chollet da 400 a 500 MW sul fiume Dja) e probabilmente con la Guinea Equatoriale dalla centrale di Meve'ele (201 MW) sul fiume Ntem. Anche un eventuale interconnessione con la Nigeria (città di Inga-Lagos) è auspicabile.

Fra questi, si prefigura anche altri già in corso di realizzazione non solo dalla AES ma anche da altri *partner* quali la Cina.

VI

CONCLUSIONE

CONCLUSIONE

Di fronte a questa analisi, per quanto generica, possiamo dire che il Camerun sta uscendo dal "buio" verso "luce" grazie alle ricadute della ristrutturazione nell'ambito della gestione dell'energia elettrica dallo Stato che ha liberalizzato il mercato.

D'altronde, visto il potenziale idraulico nazionale e la non trascurabile disponibilità delle risorse in energie rinnovabili (biomasse, solare...) pulite, è ormai tempo di ricercare delle soluzioni innovative che siano economicamente efficaci, socialmente imparziali, valide dal punto di vista ambientale e soprattutto adatte al contesto del paese. Da cui l'impegno nell'identificare e promuovere le tecnologie adeguate al contesto camerunese.

GLOSSARIO

[1] **INTELLIGENT ENERGY EUROPE (COOPENER)**

Improving Economic and Social Impact of Rural Electrification (IMPROVES-RE)

[2] **DKENGNE SIELENOU Pascal (2006),***MODELISATION ET PREVISION*

DES DEBITS NATURELS JOURNALIERS DU B.V.I. DE LA SANAGA A LA

STATION DE CONTRÔLE DE SONGMBENGUE,pagine 20-29. Elaborato finale di

Master in Statistica Applicata UYI-ENSP (Università di Yaoundé I).

[3] **EMANUEL FLORIN BOGOS (2005);** *Production décentralisée dans les*

reseaux de distribution. Etude pluridisciplinaire de la modelisation pour le controle

*des sources.*Elaborato finale di Dottorato in Ing. Electrica,Ecole Nationale Superieure d'Arts et métiers (Lille;Francia)

[4] **Justin NTSAMA,**Direttore dello Studio e Pianificazione des. Agence

d'Electrification Rurale (AER). Bilancio attività anno 2009.

[5] **Emmanuel Ngnikam (2005/2006),***Svillupo energetico in Camerun**Observatoire*

de la viabilité énergétique. Observatoire de la viabilité énergétique 2005/2006

[6] **MINEE** (Mistero dell'Energia in Camerun) ; **MINEFI** (Ministero delle Finanze in Camerun).

[7] **Pagine web :** www.eia.doe.gov (Energy Information Administratio) ;

www.cameroun-online.com/actualite,actu-4015.html ;

www.afrik.com/article20609.html ;

www.journalducameroun.com/article.php?aid=5416 ; www.cameroon-info.net

www.afriqueavenir.org/2010/05/11/hausse-des-tarifs-d'electricite-au-cameroun ;

www.allafrica.com/stories/201008180504.html .