

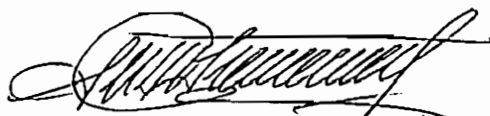
RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE  
LINEAS Y REDES DE DISTRIBUCION EN  
LAS ISLAS GALAPAGOS

Tesis previa a la obtención del título  
de Ingeniero Eléctrico en la especialización  
de Fuerza, en la Escuela Politécnica  
Nacional.

WASHINGTON ANIBAL MORENO BENITEZ

Quito, Febrero de 1977

CERTIFICO : Que el presente trabajo  
ha sido realizado en su totalidad por  
el Señor Washington Moreno Benítez.



ING. JULIO JURADO M.  
Director de Tesis

Quito, Febrero de 1977

A MIS PADRES

Y A MI HIJO

## INDICE GENERAL

	Página Nº
CAPITULO I : Generalidades .-	1
1.1 Introducción	1
1.2 Relación de las Islas con el Continente	3
1.3 Descripción del Trabajo a realizarse	6
1.4 Alcance del Trabajo	7
1.5 Objeto del Tema	8
CAPITULO II : Factores Socio-económicos que inciden en el Desarrollo Eléctrico de las Islas	10
2.1 Incidencia del Factor Humano en el crecimiento y desarrollo de la industria eléctrica	10
2.2 Estado Actual de la Electrificación en Galápagos	15
2.3 Planificación del Servicio Eléctrico	19
2.4 Mercado Eléctrico	22
CAPITULO III: Recursos Humanos, Equipo y Herra- mientas	25
3.1 Actividades del Habitante Isleño	25
3.2 Personal	28
3.3 Disponibilidad de equipos y herramientas	30

3.4	Logística	31
CAPITULO IV : Problemas específicos para la construcción de Líneas y Redes de Distribución en las Islas Galápagos.		
4.1	Características de las Islas	35
4.2	Transporte	36
4.3	Almacenamiento de materiales	41
4.4	Topografía del terreno	42
4.5	Desbroce del terreno	44
4.6	Estacamiento	45
4.7	Excavación	48
4.8	Regado de postera	58
4.9	Erección	65
4.10	Compactación	68
4.11	Ensamblaje de estructuras	75
4.12	Tendido de conductor	83
4.13	Templado y amarre del conductor	88
4.14	Puesta a Tierra	96
4.15	Transformadores y luminarias	114
4.16	Pruebas mecánicas y eléctricas	119

CAPITULO V : Presupuesto .-	123
5.1 Presupuesto de las obras	123
5.2 Costos de Administración	127
5.3 Salarios del personal	131
5.4 Costos de Transporte y alojamiento	133
5.5 Balance técnico - económico	134
CAPITULO VI : Conclusiones y Recomendaciones	137
BIBLIOGRAFIA :	149

## INDICE DE GRAFICOS

	Página N°	
4.6	Estacamiento restitutivo utilizado en roca	47
4.11.a	Curva de utilización de Recursos Humanos	82

## INDICE DE CUADROS

3.1	Población Urbana y Rural por Islas según Rama de Actividad	26
5.1.a	Costos Unitarios de Mano de Obra por Estructura	126

## INDICE DE FIGURAS

2.1	Electrificación en Galápagos	23
4.7.1	Diagrama de Tiro y Disposición del Explosivo	50
4.11.a	Rendimientos del Personal	77
4.11.b	Cronograma de Obras	81
4.12.1	Relación Distancia a Depósitos de Sales	89
4.12.2	Relación de la forma y grado de contaminación	89
4.12.3	Diámetro promedio del Aislador y Distancia de Fuga	89



## INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Página N°
1. Topografía	54
2. Topografía Línea Subtransmisión	54
3. Máquina Perforadora Cobra Super	57
4. Hueco Barrenado	57
5. Hueco listo para erección	59
6. Maderamen para voladura	59
7. Ubicación del Maderamen	60
8. Carretón para transporte de postes	60
9. Personal ubicando un poste sobre vehículo	61
10. Personal ubicando poste, secuencia dos	61
11. Asegurado del poste	63
12. Transporte a sitios inaccesibles	63
13. Transporte sobre agua	64
14. Amarrado de poste sobre vehículo	64
15. Detalle de amarrado del poste	66
16. Regado de postes	66
17. Iniciación de la erección	67
18. Elevación del poste	67
19. Alineación y aplomado del poste	69
20. Compactación	69
21. Poste relleno con roca	70
22. Preparación de hormigón ciclópeo	70
23. Enlucido final del hormigón ciclópeo	71
24. Calle del Colegio Nacional Galápagos después de la erección	71

## CAPITULO I

### GENERALIDADES:

#### 1.1 Introducción:

Las Islas del Archipiélago de Colón, más comunmente conocidas con el nombre de Galápagos forman parte del patrimonio territorial del Ecuador, desde la iniciación de la República. Fueron descubiertas en 1.535 por el obispo español Tomás de Berlanga.

Se hallan ubicadas entre los 89° 12' y 92° 0' de longitud occidental y entre 1° 45' de latitud norte y 1° 45' de latitud sur, abarca una superficie total de 7.875 Km<sup>2</sup>.

Está conformado el Archipiélago por 13 islas, 17 islotes y 47 rocas situadas en el océano Pacífico aproximadamente a 1.000 Kms. de la costa ecuatoriana.

Las islas son de origen volcánico y el clima aunque tropical es agradable y benigno, su temperatura ambiental oscila entre 16°C y 24°C, debido a la influencia de las corrientes marinas de Humbolt y del Niño, las cuales modifican el clima y establecen 2 épocas bien marcadas en el año: lluviosa entre Julio y Octubre y seca entre Enero y Abril.

El 18 de Febrero de 1.973 este archipiélago fué elevado a la categoría de Provincia, pese a su escasa población, apenas unos 3.500 habitantes, distribuidos en 5 islas habitadas, las cuales son: Isla San Cristóbal en donde se encuentra la

capital de provincia, Isla Santa Cruz, Isla Floreana, Isla Isabela e Isla Baltra, ésta última utilizada como base militar por razones estratégicas y de seguridad nacional.

La enorme distancia con el continente y el descuido por parte de las entidades gubernamentales ha incrementado aún más el aislamiento, volviéndose de ésta manera angustiosa la necesidad de una más fácil y continua comunicación con el continente e inclusive entre las islas habitadas, especialmente para la adquisición de víveres, ropa, medicinas y materiales de construcción.

Sus habitantes han sufrido y actualmente sufren aunque en menor grado, el abandono a que han estado sujetos, haciendo difícil revivir en ellos la esperanza de mejorar su condición infrahumana.

La Junta Nacional de Planificación está implementando a nivel Institucional un Plan de Conservación y Desarrollo selectivo para la Provincia de Galápagos bajo los siguientes lineamientos:

- a. Conservar, rehabilitar y mantener la integridad de la riqueza natural existente, ya que constituye un patrimonio de valor único en el mundo.
- b. Preservar el Parque Nacional de Galápagos como Laboratorio Natural y fuente de Investigación Científica, y:
- c. Beneficiar a la población de Galápagos con proyectos -

sectoriales que tienen como meta la elevación de su nivel de vida y su real integración con el desenvolvimiento del resto del País.

INECEL en lo que respecta al punto c. ha elaborado un Plan de Electrificación del Archipiélago, parte del cual ya se ejecutó, otra buena parte se encuentra en ejecución y actualmente se está elaborando el Plan Nacional de Electrificación Rural y como tal Galápagos que es una zona típicamente rural debe corresponderle en buen porcentaje un estudio del incremento de los beneficios de la Electrificación Rural frente al alto costo de las inversiones en ésta área marginada por tantos años.

#### 1.2 Relación de las Islas con el Continente:

Desde su descubrimiento hasta la formación de la República del Ecuador fué abandonada por completo, siendo refugio de Piratas.

La colonización se inicia en 1831 mediante el envío de comisiones a nombre de la sociedad colonizadora de Galápagos, básicamente fueron expediciones de tipo militar, se forman pequeñas colonias.

En 1.950 se crea la Junta de Mejoras del Archipiélago con lo cual se inicia la integración geopolítica y económica de Galápagos al Continente, en ésta época se nota el interés del Gobierno Central por integrar económicamente a los pobladores de las islas así como la intención de conservar los

recursos naturales con la creación del Parque Nacional en el año de 1.959.

La necesidad de planificar la conservación de los recursos e integrar a la población en el proceso de desarrollo económico dió lugar a la conformación de la Provincia de Galápagos con los rasgos actuales de un Parque Nacional, de carácter científico - cultural.

De esta manera muy lentamente Galápagos se está integrando al convivir nacional, pero aún queda mucho por hacer.

El habitante isleño ha sido engañado por el político de turno que ofrece y no cumple, es por esto que poco creen en ofrecimientos actuales y dudan de su ejecución hasta no ver realizadas las obras.

De esta manera la relación que se ha tenido ha sido siempre de espera y por que no decir de olvido de parte del gobierno, especialmente del Ministerio de Educación que no ha promovido visitas e intercambio de estudiantes para que tengan una idea más real del habitante isleño.

Con la instalación de las telecomunicaciones, las cuales se realizan con un equipo de radiofrecuencia con dos canales únicamente se han incrementado los nexos comerciales especialmente con Guayaquil.

Actualmente con las frecuencias de TAME y FAE ha aumentado la movilización del colono aunque es considerado por

las compañías de explotación del turismo como un objeto sin valor a sabiendas que el turista necesita del colono para - cumplir con sus necesidades.

Debería haber más preocupación por el colono que estando tan lejos del continente necesita de obras de infraestructura para vivir y desarrollarse, La vida para el isleño es titánica si comprendemos que lo poco que han logrado ha sido por esfuerzo propio o en algunos casos comunitario .

Las compañías del turismo lo explotan indiscriminadamente sacando la mayor ventaja posible para ellas y poco o nada hacer por la población de las islas, llegando a extremos de prohibir al turista extranjero el contacto con la gente que es a veces considerado como una especie de menor categoría - que un Pinzón o un Galápagos.

El turista extranjero que va a Galápagos aumenta día a día pero de los fondos que ellos dejan nada se reinvierte en fa- vor del colono y por otro lado, las erogaciones del poder - central canalizadas a través de la Gobernación y Concejos Cantonales es exigua, tanto que las obras que pueden realizarse con estos presupuestos son pequeños con relación a su necesidad.

La Ley Básica de Electrificación determina que un porcen- taje de las regalías de la explotación petrolera sean destina- das para obras en Galápagos pero lo que se ha hecho es po- co comparado con la necesidad de levantar una infraestruc- tura eléctrica capaz de aliviar y beneficiar al habitante is-

leño que vive sumido en la obscuridad.

### 1.3 Descripción del trabajo a realizarse :

#### 1.3.1 Antecedentes .-

INECEL contrató con la compañía INTEGRAL la elaboración del Manual "Normas para diseño de Líneas y Redes de Distribución", dentro de un Plan General de Sistematización y Normalización, con el propósito de unificar en el País la diversidad de criterios y prácticas que venían empleándose a fin de llegar a una estandarización que permita, simplificar el diseño de los sistemas eléctricos, obtener mayor economía y rapidez en su ejecución y fomentar la fabricación nacional de elementos de estructuras y líneas con el objetivo final de facilitar y acelerar el proceso de la electrificación nacional y con ello el desarrollo socio-económico del País.

#### 1.3.2 Trabajo a realizarse .-

Recopilar las experiencias obtenidas en el campo del trabajo en líneas y redes de distribución en Galápagos.

Analizar las normas de INECEL a las cuales me refiero en el punto 1.3.1.

Analizar los factores socio-económicos y su rela-

ción con el desarrollo eléctrico, así como también exponer el estado actual de la electrificación y su planificación.

Enumerar las actividades desarrolladas en la construcción y su problemática.

Hacer un balance técnico-económico y finalmente sacar conclusiones y recomendaciones que pueden ser adoptadas por INECEL para tener una pauta para próximos trabajos.

El enfoque de los temas tratados en el capítulo 4 tienen una secuencia predeterminada que pone de manifiesto el orden con que se aborda un proyecto desde su fase inicial hasta la recepción y entrega final.

#### 1.4 Alcance del trabajo .-

Con la recopilación de las experiencias en el trabajo en las islas Galápagos se pretende llegar a una normalización para la construcción de líneas y redes de distribución en Galápagos.

Realizar presupuestos que se ajusten a la realidad y den una visión más clara y precisa para futuros trabajos en la región insular.

Eliminar el rubro tradicional de imprevistos por las razones que se explican en el capítulo 4 numeral 2.



Presentar a manera de ruta crítica de la obra un cronograma de actividades para optimización del personal.

Evaluar el equipo y herramientas indispensables para la realización de la obra.

Sistematización, planificación y construcción de líneas y redes de distribución en Galápagos recomendando una metodología que optimice el tiempo de trabajo, el rendimiento del personal y las normas de seguridad necesarias.

Considerar a Galápagos como un caso único, diferenciándole aún de lugares semejantes como la costa de la Provincia de Manabí que tiene un clima y salinidad similares más no la característica del suelo rocoso del Archipiélago.

#### 1.5 Objeto del tema .-

El objeto del tema es dar una pauta a los ingenieros constructores que tengan que hacer trabajos en Galápagos para que se valgan de ciertas recomendaciones que les servirán de guía y simplifiquen un tanto su trabajo de electrificación en Galápagos.

Unificar criterios de construcción que son de mucha utilidad en construcciones futuras especialmente en lo referente a estacamiento, excavación y puesta a tierra en roca.

En base a la experiencia en la utilización de las normas de INECEL señalar cualquier cambio, ampliación, modificación ó

supresión que sean necesarios.

Adoptar un procedimiento adecuado de recepción de obras , así como pruebas de suficiencia tanto eléctricas como mecánicas.

Codificar el procedimiento a seguirse en la construcción en base a las experiencias obtenidas en el campo, tratar de - minimizar los errores cometidos para evitar en lo posible que futuros trabajos tropiecen con problemas similares.

Normalizar la técnica del uso de explosivos para este tipo de trabajo y establecer seguridades mínimas para el personal.

Recomendar a las entidades correspondientes para que haya más preocupación por redimir y beneficiar dignamente al - habitante isleño, razón principal de la formación de la infraestructura básica para el desarrollo comunitario.

Ejemplarizar a los colaboradores en el desarrollo de la comunidad y criticar a las personas que de una u otra forma se oponen a un adelanto como es la electrificación de Galápagos.

Finalmente dar a conocer de la realidad socio-económica - de las islas y los beneficios y transformaciones que sufren los habitantes en el período de transición de un proyecto de desarrollo como la electrificación en Galápagos.

## CAPITULO II

### FACTORES SOCIO ECONOMICOS QUE INCIDEN EN EL DESARROLLO ELECTRICO DE LAS ISLAS

#### 2.1 Incidencia del Factor Humano en el Crecimiento y Desarrollo de la Industria Eléctrica:

La población del Archipiélago se ha distribuído en la siguiente forma:

En la Isla San Cristóbal existen dos centros poblados que son Puerto Baquerizo y El Progreso con una población de 1.780 habitantes según el censo de 1.974.

En la Isla Santa Cruz tenemos Puerto Ayora, Bellavista, El Occidente y Santa Rosa con una población de 1.200 habitantes.

En la Isla Isabela encontramos el Puerto Villamil, Tomás de Berlanga, El Porvenir y Alemania como colonias habitadas con una población de 420 habitantes.

En la Isla Floreana el único sitio habitado se llama Puerto Velasco Ibarra y tiene 50 habitantes.

En la Isla Baltra que es una base militar el personal residente tanto de la base aérea como de la Capitanía de Puerto es de 50 personas.

El crecimiento vegetativo registrado entre 1.950 y 1.974 es del orden del 4.68 % anual que comparativamente es alto con relación al promedio continental. Este crecimiento se debe a la migración masiva de compatriotas en busca de mejores oportunidades de trabajo y bienestar para sus familiares.

La población flotante es aproximadamente 1.000 habitantes, - la mayor parte son turistas.

Del total un 3 % corresponde a colonizadores extranjeros.

Un hecho bastante significativo es aquel de que el movimiento migratorio ha sido nulo prácticamente a raíz de la creación del Parque Nacional con lo que se reduciría notablemente el crecimiento vegetativo a tal punto de mantenerlo estable en el futuro, como es el deseo del Parque Nacional.

Algo peculiar se nota en la ausencia de migraciones internas entre islas, esto se manifiesta objetivamente por las distancias considerables que hay entre las islas habitadas y por la poca comunicación establecida entre ellas, de allí que para una travesía se emplean mínimo 8 horas de viaje en condiciones de inseguridad e incomodidad por el tipo de bote de apenas unos 15 pies de eslora y la escasez de ellos para la movilización regular.

En cuanto a la distribución espacial de la población en rural y urbana no se puede identificar con claridad esta diferencia, sin embargo podría considerarse mixta con preponderancia de actividad rural, la concentración de la gente se ha hecho privativo del Parque Nacional, el cual ha creado cinturones restringidos para el habitáculo humano alcanzando éste

apenas el 7.5 % del área total de las islas habitadas, limitando de esta manera la actividad agropecuaria que es la más explotada, siendo ésta una característica de la estructura económica de las islas.

Las Islas Galápagos como un ente solidario nunca ha existido por motivos obvios de su distanciamiento y peor aún de ellos con el continente.

En términos generales se nota una diferenciación de grupos: la de los colonos, la población extranjera, los religiosos y los militares de las Capitanías de Puerto.

No logran conformar un organismo armónico que pueda identificarse como una sociedad estructurada.

La actividad jerárquica de la autoridad militar, pone de manifiesto la falta de integración y aporte en los problemas de la población.

La población extranjera separada físicamente vive hermitaña en los acantilados o en embarcaciones ancladas en la bahía, sin que poco o nada aporten en los problemas de la población. Subsiste de las rentas en sus países y del turismo.

La población propiamente dicha, se encuentra repartida en el Puerto o área urbana y en la parte alta o área rural, unidas por carretera en el caso de las islas Santa Cruz y San Cristóbal y por camino de herradura en Isabela. La gente del Puerto se asienta desordenadamente en los lugares que más les conviene a sus intereses y donde el terreno le permite edificar su casa sobre la roca.

En la parte alta encontramos las chacras o fincas que a los lados de la carretera se reparten diseminadas en las laderas de la isla.

Esto ha motivado la división de recursos, la descentralización administrativa que han retrasado el progreso de las islas y que los han tenido marginados de los beneficios socio-económicos indispensables.

A ésto se incrementa la dificultad que presenta la topografía y geología del terreno que hace prácticamente imposible ejecutar un proyecto de infraestructura, así como los servicios básicos comunitarios, por ejemplo: agua potable, canalización etc.

En el aspecto educativo esta actividad es netamente de tipo estatal. La orientación técnico-pedagógica es deficiente, ya que el maestro al no contar con los medios suficientes trata de orientar a su manera el problema didáctico mediante el empleo de sistemas y métodos tradicionales.

A ésto se agrega la falta de asistencia técnica y material a los maestros, quienes por su cuenta no se interesan por mejorar su nivel profesional.

El nivel máximo de educación es el ciclo básico, estimándose que en 1.974 la población de 15 años y más alcanza a 2.340 personas de las cuales el 26.2 % son analfabetos.

De esta manera es necesario replantear nuevos objetivos para un programa de educación que se ajuste a la realidad del territorio insular.

La Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica en su Plan Maestro de Conservación y Desarrollo Selectivo, tiene como metas:

- a. Mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, especialmente de los sectores donde no han llegado aún los beneficios sociales, principalmente de carácter educativo.
- b. Obtener mediante la formación y capacitación educativas el mejor aprovechamiento de los recursos humanos y materiales que brinda la región, diseñando programas educacionales propios para Galápagos.
- c. Erradicar el analfabetismo, etc., etc..

De esta manera el nivel de instrucción del habitante isleño es bastante reducido y consecuentemente la cultura general es escasa.

"En este medio, el hombre de vestimentas y costumbres sencillas; abierto a la conversación con educación e instrucción elemental que posee, vive y se alimenta con lo que cultiva, soporta estóicamente la falta de agua, espera la lluvia que llenará sus algibes y tanques y le traerá la parasitosis. Se adapta a la débil luz del quinqué o aprovecha el racionamiento de energía eléctrica. Sabe que el suelo no admite infraestructura, que rechaza la canalización y sin embargo se adapta y vive." (L. 5)

Con estas premisas se hace necesario incentivar en el isleño los beneficios de la electricidad y los usos que puede ha

cerse de ella para mejorar y aumentar la producción en las fincas, así como propender a la creación de talleres artesanales mecanizados, igualmente fomentar el uso de la electricidad en talleres y en general educar a la gente para que u se la energía eléctrica en la producción y disfrute de las co modidades de su consumo en el hogar.

En definitiva el fomento de la industria eléctrica a nivel urbano y rural es restringido por las pocas oportunidades que tiene el isleño de aprovechar de este recurso para elevar su nivel de vida, consecuentemente sólo en el caso de problemas de sobrecarga de los sistemas se ven abocados a solicitar ayuda del Gobierno para solucionar su problema inmedia to sin planificar el futuro eléctrico en las islas ni programar un equipamiento ordenado y secuencial.

El alto costo del flete marítimo hace que el comerciante im ponga precios prohibitivos a los artefactos eléctricos de uso común limitando de esta manera el uso y desarrollo eléctrico por la falta de consumo.

Los colonos extranjeros nada han hecho por ayudar a la gente colonizadora pues cada uno de ellos es un autoprodutor - a sabiendas que su operación y mantenimiento es más caro que un sistema centralizado, produciendo así un estancamiento de la demanda de fluido eléctrico.

## 2.2 Estado Actual de la Electrificación en Galápagos:

Existen 5 sistemas independientes en las 5 islas habitadas.



Según los datos obtenidos del Atlas Eléctrico y los complementados durante mi permanencia en Galápagos en la construcción del nuevo sistema de la isla Santa Cruz el estado actual a Diciembre de 1.976 se puede resumir en los siguientes términos:

a. Isla San Cristóbal:

El servicio eléctrico está a cargo del Municipio, cuya sede es Puerto Baquerizo en donde está el centro de generación con 2 unidades diesel de 100 Kw. cada una, son de servicio público, la red de distribución primaria es de 13.8 Kv. en buen estado y la red secundaria es monofásica a 3 hilos, a 220/110 v. Entre Puerto Baquerizo y El Progreso hay una línea monofásica a 13.8 Kv. y una red de distribución secundaria cambiada totalmente.

Existen también varios autoprodutores y son: 234 Kw. de propiedad de la Armada Nacional, 62 Kw. de la Misión Franciscana, 20 Kw. de radiosonda y 12 Kw. de varios establecimientos comerciales.

El servicio eléctrico municipal tiene 2 jornadas de trabajo: de 8 a.m. a 1 p.m. y de 6 p.m. a 11 p.m.

La segunda unidad Lister de 100 Kw. fue instalada en Diciembre de 1.976.

b. Isla Santa Cruz:

INECEL acaba de entregar en Agosto de 1.976 al Municipio de Santa Cruz la red de distribución primaria y se-

cundaria en Puerto Ayora, la línea de transmisión monofásica de 7 Km. entre Puerto Ayora y Bellavista y la red de distribución secundaria en Bellavista; trabajos que estuvieron bajo mi responsabilidad como constructor por Administración Directa con fondos propios de INECEL.

La Central Térmica cuenta con una casa de máquinas nueva ubicada en las pampas coloradas, tanque de almacenamiento para combustible de 3.000 galones; 2 grupos diesel marca Lister de 100 Kw. cada uno, una subestación de elevación de 300 Kva. una red de distribución primaria a 13.8 Kv. y una red secundaria monofásica a 3 hilos de 220/110 voltios; una línea de transmisión a 13.8 Kv. monofásica entre Puerto Ayora y Bellavista y una red secundaria de 220/110 voltios en Bellavista.

Todas las redes y líneas son completamente nuevas en postes de hormigón, cruceta de madera, conductor de aleación de aluminio ASC.

La aportación Municipal en la nueva casa de máquinas es mediante un grupo Lister de 50 Kw. que actualmente se encuentra en reparación.

Para el bombeo de agua entubada se usa un motor MWM de 24 Kw. cuya energía acciona el motor de una bomba trifásica en buen estado.

La estación científica Charles Darwin tiene un sistema particular de generación y distribución subterráneo con el propósito de no perturbar la naturaleza del Parque Nacional.

La población de Santa Rosa y las fincas que están a lo largo del camino que une Puerto Ayora, Bellavista y Santa Rosa no tienen servicio eléctrico de ninguna clase.

c. Isla Isabela:

El servicio de energía eléctrica se encuentra a cargo del Municipio del Cantón Isabela, sirve exclusivamente a la cabecera cantonal Puerto Villamil, el servicio está en pésimas condiciones, tienen un grupo de 15 Kw. y una red secundaria de 220/110 v., el servicio se lo hace de 6 p.m. a 11 p.m.

La colonias de Santo Tomás y El Porvenir no tienen servicio eléctrico.

d. Isla Floreana:

Actualmente no disponen de servicio eléctrico, el grupo está dañado y las redes se encuentran en pésimas condiciones pese al esfuerzo de sus pobladores por rehabilitarla.

e. Isla Baltra:

La base aérea tiene un grupo diesel pequeño para activar el radio y dar alumbrado en las casas, no se conocen las características por cuanto hay mucho recelo de las autoridades para visitas de INECCEL.

Es un servicio eléctrico particular.

En el aeropuerto tienen un motor pequeño para operar

la radio en los días de vuelos de itinerario y para bombear agua de una cisterna al tanque de almacenamiento de agua para los servicios del terminal aéreo.

### 2.3 Planificación del Servicio Eléctrico:

La Junta Nacional de Planificación e INECEL han planificado el servicio eléctrico de común acuerdo con el Plan General de desarrollo de Galápagos, con el fin de ampliar y mejorar el equipo de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica en los cuatro centros poblados a excepción de Baltra que es una base militar y también dotar de energía permanente y de buena calidad para facilitar el cumplimiento de programas como de Artesanía, Pequeña Industria, Comunicaciones, etc., de acuerdo a los lineamientos del Plan indicado anteriormente y que son hasta 1.980 los siguientes:

#### a. Isla San Cristóbal:

Con la instalación de la segunda unidad se ampliarán las redes de distribución para aumentar 50 abonados al consumo urbano. Posteriormente y cuando la demanda así lo exija se instalará una tercera unidad de 100 Kw. diesel con su respectiva subestación de elevación y se ampliarán las redes de distribución, con lo cual se habrá cumplido el programa previsto hasta 1.980.

#### b. Isla Santa Cruz:

Actualmente con la central generadora de 200 Kw. se tiene suficiente capacidad para suplir la demanda hasta

1.980, sin embargo se ha programado instalar una tercera unidad de 100 Kw. diesel en la misma casa de máquinas y a su vez el Departamento de Servicios Eléctricos hará las acometidas domiciliarias a los nuevos abonados de acuerdo al crecimiento de la demanda. Actualmente se encuentran servidos de 120 abonados y la red está diseñada y construída para 360 abonados.

En esta isla dentro del Plan Nacional de Electrificación Rural debe incluirse una línea desde Bellavista hasta Santa Rosa 11 Km distantes entre sí para incorporar al servicio a fincas a lo largo del camino que utilizarían la energía eléctrica para mejorar y aumentar su producción con la instalación de bombas de agua para riego y bebida del ganado así como industrialización de los productos lácteos, esta investigación se hizo durante mi permanencia en la isla e inclusive los beneficiados aportarían con una cantidad de dinero proporcional a sus posibilidades para ayudar en algo a aliviar el costo de la inversión en la línea de transmisión.

c. Isla Isabela:

Durante la visita a Puerto Villamil se hizo la investigación del mercado y se preparó un Proyecto que en primera instancia comprende la renovación total del sistema actual con una capacidad de generación hasta 1.980 de 75 Kw. y una posible interconexión con Santo Tomás a 14 Km de distancia. Esta isla es ganadera por excelencia y hasta se podría pensar en almacenar la carne faenada en frigoríficos para envío al continente de carne sin contaminación y a un precio reducido.

Las redes de distribución funcionarán primeramente con 60 abonados pudiendo ampliarse según la necesidad.

Parte de la energía servirá para bombear el agua sobre a un aljibe de 60 m<sup>3</sup> para consumo de la población.

Hay un proyecto de instalar un hotel cerca de Puerto Villamil con un consumo de 15 Kw .

El proyecto preparado está en la fase final de transporte de materiales y almacenamiento en el sitio del proyecto.

Hasta interconectarse con Santo Tomás se instalarán 2 grupos diesel de 10 Kw. cada uno y se construirá una red de hasta 25 abonados.

d. Isla Floreana:

Igualmente que en Puerto Villamil, en Puerto Velasco Ibarra se diseñó un proyecto que en el transcurso de este año se ejecutará pues se hará una red nueva de baja tensión para apenas 50 personas y se instalará un grupo Deutz de 40 Kw., el cual ya se encuentra en el sitio del proyecto.

De estas exposiciones se nota claramente que hasta 1980 hay muchas obras por hacerse en Galápagos, razón por la cual este trabajo será de mucha utilidad para quienes afronten el problema de construir redes y líneas en Galápagos.

En la figura 2.1 se aprecia la configuración de los sistemas eléctricos de Galápagos a Diciembre de 1.976.

#### 2.4 Mercado Eléctrico:

Previamente a producir un beneficio como la electrificación rural en Galápagos se debe hacer un estudio del mercado eléctrico, cuyo resultado incidirá en la implementación del programa a realizarse.

En este estudio intervienen criterios generales técnico-económicos y un balance de la relación costo-beneficio que en el caso de Galápagos aún a largo plazo representa una carga para el Estado por obvias razones, la más importante el reducido número de habitantes distribuidos en 4 islas separadas un promedio de 80 kms entre ellas, realmente imposible integrarlas a un centro de generación.

Para el estudio del mercado se recopiló la información pertinente que no está al alcance de este trabajo el indicarla, sin embargo creo conveniente citar algunas premisas de importancia dentro de este estudio que es único por tratarse de un Parque Nacional con 4 asentamientos de colonos que luchan por un porvenir mejor para sus hijos y están en constante pugna con las autoridades del Parque.

Hasta antes del establecimiento del Parque Nacional, el desarrollo eléctrico crecía y guardaba una íntima relación con el crecimiento vegetativo, aunque las demandas nunca fueron satisfechas, siempre fueron sistemas corchados por falta de recursos económicos, sin embargo con la creación

LEYENDA

- CAPITAL DE PROVINCIA
- CABECERA CANTONAL
- " " PARRORQUIAL
- ≡ CARRETERO CARROCABLE
- LINEA A 13.2 KV EXISTENTE
- - - " " " PROYECTADA
- ⚡ CENTRAL TERMICA EXISTENTE
- ⚡ " " " PROGRAMADA

ESCALA 1:1500.000

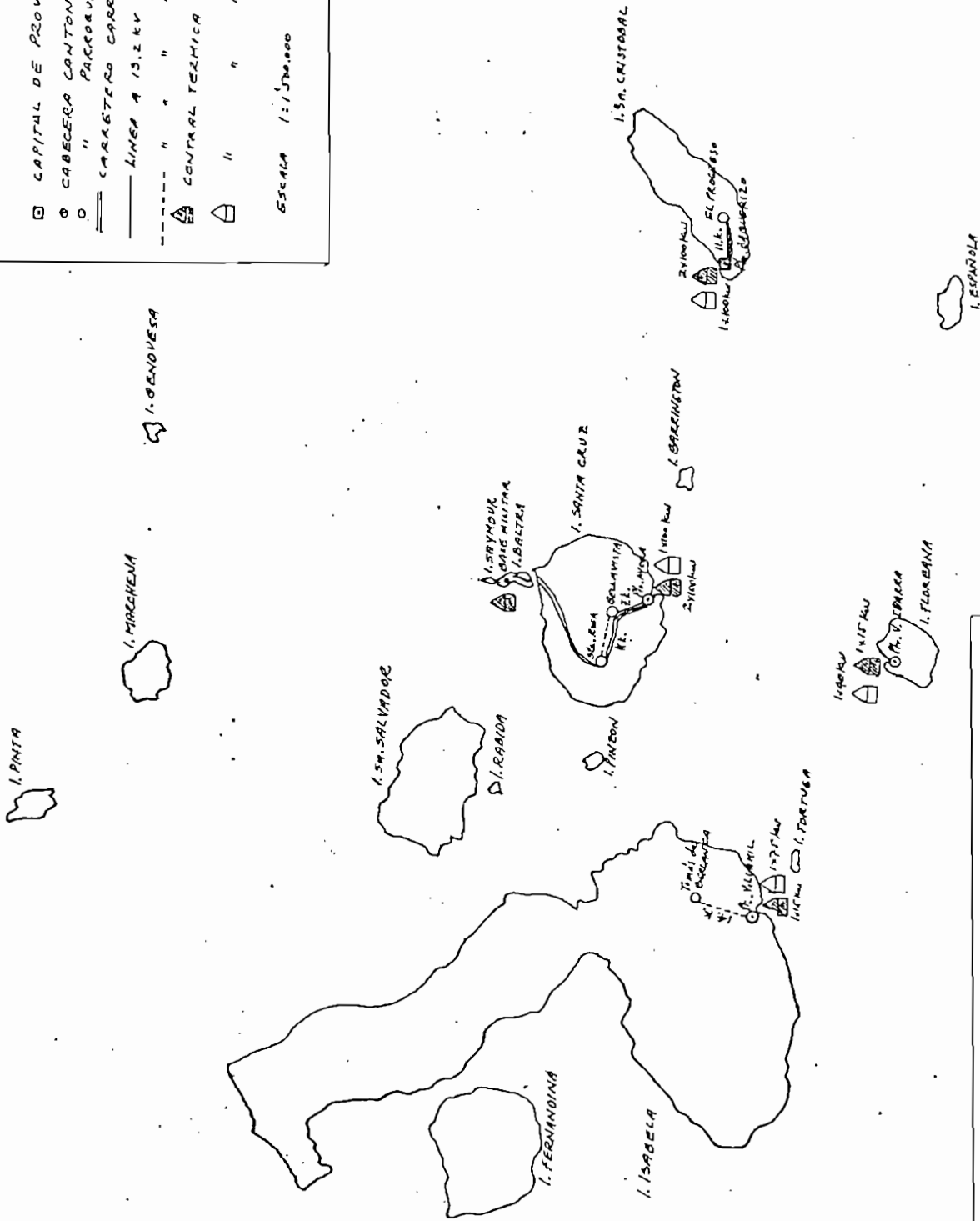


Fig. 2.1. ELECTRIFICACION EN GALAPAGOS.



del Parque Nacional, el crecimiento vegetativo disminuye y tiene tendencia a alcanzar valores negativos y ésto porque el Parque prohíbe las migraciones externas, llegando a extremos de delimitar el área que se considera apta para el desarrollo humano.

De esta manera automáticamente la demanda por habitante queda estancada, no así la demanda por abonado que continúa aumentando proporcionalmente al ingreso per cápita o sea con ese deseo innato de elevar el standard de vida para los hijos de los colonos.

Por otro lado el Parque Nacional con el incremento del turismo se ve en la necesidad de autorizar la creación de hoteles y servicios básicos que son cargas especiales que demandan energía eléctrica. Igualmente el personal de guardianes necesita vivir confortablemente, lo cual implica una demanda de energía eléctrica.

También en el caso de la estación científica Charles Darwin en algún momento dejará su sistema de autogeneración para incorporarse al sistema público y centralizado de servicio de energía eléctrica.

En resumen en cualquier lugar del mundo como Galápagos donde existe vida humana e inteligente siempre habrá deseos de superación por miles de obstáculos que se pongan por delante, lo cual significa que siempre habrá que preparar un plan de equipamiento para servicio de energía eléctrica, con el propósito de elevar el consumo per cápita, índice del progreso de los pueblos.

## CAPITULO III

### RECURSOS HUMANOS, EQUIPO Y HERRAMIENTAS

#### 3.1 Actividades del Habitante Isleño:

En el cuadro 3.1 puede apreciarse la población urbana y rural por islas según la actividad a la que están dedicados, - de lo que puede sacarse como conclusión que el 41 % se dedica a la agricultura y ganadería, el 12 % a la pesca, el 6 % a las artesanías, el 3% al comercio, el 34 % a servicios, el 1% al transporte y comunicaciones y el 3% restante a otras actividades.

La pesca es una ocupación estacional realizada entre los meses de noviembre y abril de cada año, basada en el bacalao y langosta, ésta última con el riesgo de extinguirse, debido a que la pesca se hace sin respetar las disposiciones legales y la poca información sobre el tiempo de veda. Toda esta actividad es manejada desde el continente por empresas absorbentes que en nada aportan a la capitalización de la precaria economía del Archipiélago.

La agricultura es una ocupación orientada hacia el autoconsumo más que al intercambio. Se practica la horticultura y la recolección de frutos. Hay tendencia en un 75% de transformar las fincas agrícolas en ganaderas. El café es el único producto negociable en el continente.

Es peculiar anotar que el riego lo hacen recogiendo las -

001770

CUADRO N° 3.1

(L. 5)

POBLACION URBANA Y RURAL POR ISLAS SEGUN RAMA DE ACTIVIDAD

	Isla Isabela		Isla San Cristóbal		Isla Sta. Cruz		Total	
	U.	R.	U.	R.	U.	R.		
	Total		Total		Total			
1. Agricultura y Ganadería	22	50	22	93	27	145	288	359
2. Pesca	5	0	85	7	9	2	99	108
3. Artesanías	4	0	22	6	10	8	36	50
4. Comercio	2	0	19	0	9	0	30	30
5. Servicios	20	5	123	53	61	40	204	302
6. Transporte y Comunicaciones	0	0	3	2	4	0	7	9
7. Otros	0	0	10	6	6	0	16	22

U = Población Urbana  
R = Población Rural

aguas lluvia desde las cubiertas de las casas almacenánddas en algibes para utilizarlos en la época de sequía. Aún no se ha realizado ninguna obra técnica de represamiento de aguas para regular el regadío.

La ganadería es la principal actividad de los finqueros, alrededor del 70 % del terreno colonizado está dedicado a esta actividad. El negocio del ganado se lo hace con la res en pie embarcándola con grúas en las bodegas de los barcos, que para el efecto lo utilizan, llegando al continente en estado de deshidratación y en algunos casos muerto; esto podría mejorarse con frigoríficos y transporte de carne faenada.

La actividad turística está controlada por compañías absorbentes con sede en el continente y el personal de la isla sirve únicamente para operaciones de limpieza y menaje. Los dueños de los botes rentan para turismo cuando el turista es de escasos recursos económicos y no viene enganchado por las compañías encargadas de este negocio.

El comercio interno se lo realiza directamente en el mercado con productos que da la tierra. La mayoría tiene que ser llevado del continente especialmente productos industrializados que son muy caros y escasos por la poca capacidad de los barcos de transporte.

En la Capital de la Provincia se nota claramente como un alto porcentaje de la población se dedica a los servicios pú blicos de Entidades como: IESS, IERAC, MOP, IETEL, Banco de Fomento, etc.

Así como están las cosas hay un alto porcentaje de desocupación, debido a las actividades temporales y a la poca oportunidad que se brinda al habitante isleño.

Este factor fue aprovechado en la selección de personal idóneo y con espíritu de colaboración para realizar la obra de Electrificación en Santa Cruz - Galápagos, habiendo llegado a contar con personal con mucha predisposición y deseos de superación que colaboró en la obra mencionada y que en dos casos específicos fueron merecedores de una beca de especialización en el CENAFE para posteriormente colaborar en la operación y mantenimiento del sistema instalado.

### 3.2 Personal:

#### 3.2.1 Personal Isleño:

El incentivo para el habitante isleño es la motivación económica, puesto que el trabajo al que está acostumbrado es fácil y no requiere experiencia previa, es así como siempre muestra recelo para trabajar en esta actividad de electrificación aún con la buena predisposición de ánimo muy común en el isleño.

Una vez acostumbrado al trabajo lo hace con mucha inteligencia y con buen rendimiento, puesto que es colaborador.

### 3.2.2 Personal Calificado:

Para la mano de obra calificada se hace necesario contratar personal del continente de preferencia con buenos conocimientos de la técnica de la construcción, por cuanto el personal isleño que actúa como ayudante no tiene conocimientos previos sobre este campo de trabajo.

En el escogitamiento de este personal se debe investigar aquel que sepa bastantes oficios relacionados con la construcción por cuanto en el terreno se tiene que enfrentar con muchos problemas que se solucionan con buen criterio y haciendo improvisaciones, es decir hay que hechar mano de cuanto recurso existe disponible de lo poco que se tiene.

La parte más difícil del trabajo consiste en la excavación con explosivos, de manera que para seguridad del personal y de los habitantes es necesario reclutar un dinamitero con amplia experiencia, lo cual no se consigue en el sitio de la obra sino en el continente.

Para conseguir personal calificado se hace necesario en este caso de Galápagos incentivarlo con un buen salario para poder engancharlo, de otra manera prefieren ganar menos y quedarse en el continente.

### 3.3 Disponibilidad de Equipo y Herramientas:

Previamente a iniciarse la construcción de líneas y redes en Galápagos se hace indispensable un viaje de reconocimiento en el que entre otras cosas se consulta las facilidades de arendamiento de equipo y herramienta para la construcción - muy especialmente de un vehículo con tracción en las cuatro ruedas y winche, indispensable para regado y erección de la postería, un equipo de perforación con compresor neumático o portátil con motor incorporado, disponibilidad de tecles o tiffords, polipastos, escaleras, equipo completo de liniero, - incluyendo trepadoras.

Como en este viaje se topa con la tremenda sorpresa de que ningún equipo o herramienta existen o están disponibles para el arrendamiento, el constructor tiene que aprovisionarse de todo el equipo necesario que no se puede conseguir en el sitio del proyecto tal como un compresor o motoperforadora para realizar la perforación de la roca. Igualmente y con ayuda de la Armada Nacional se puede transportar un vehículo apto para el transporte de material, personal e inclusive regado y erección de postes.

En definitiva en ninguna de las islas habitadas existe un equipo confiable, en la Isla Isabela y Santa Cruz no existe siquiera este equipo. De las herramientas las de uso común se puede conseguir con dificultad, -de manera que es recomendable llevar desde el continente porque lo poco que hay no sirve para el trabajo con eficacia y seguridad.

INECEL debido a la enorme distancia, por la dificultad de disponer con la totalidad de materiales en el sitio del trabajo y porque era la primera oportunidad de un trabajo en Galápagos prefirió enviar a su personal para construir por Administración Directa dejando que se adquiriera experiencia para en próximas oportunidades con un conocimiento real, sacar a concurso de ofertas nuevas obras en Galápagos.

INECEL en la Isla Santa Cruz se vio en la necesidad de enviar una camioneta para facilitar el trabajo que estuvo bajo mi responsabilidad.

#### 3.4 Logística:

Es un término castreño aplicado a todo aquello relacionado con la movilización y aprovisionamiento de vituallas a los diferentes destacamentos.

Aplicado el término al caso de la construcción de líneas y redes se quiere enfocar en este acápite toda la problemática de transporte de personal, facilidades de alojamiento y comida; actividad indispensable para dar comodidad al personal llevado del continente para que rinda en la medida del confort a que ha sido condicionado.

Primeramente en lo que se refiere a movilización existen itinerarios de la compañía de aviación TAME con una frecuencia semanal el día viernes en la ruta Quito-Guayaquil-Baltra y regreso el mismo día; además la compañía Metropolitan Touring que hace turismo a Galápagos fleta una aeronave de



TAME los días martes de cada semana y cada 15 días, el día miércoles otra aeronave de TAME. Por último el servicio Logístico de FAE tiene establecido un vuelo cada miércoles, con lo que se tendría en una semana hasta 4 vuelos de itinerario claro está que los de Metropolitan Touring son de servicio exclusivo para turistas enganchados por dicha compañía con conexiones en todo el mundo; el vuelo logístico es exclusivo para fines militares y una que otra ayuda a los colonos; entonces queda solamente el vuelo de itinerario normal de la Cía TAME a lo cual se debe reservar los cupos hasta con dos meses de antelación para poder viajar lo cual hace difícil la coordinación con la movilización del personal que irá a trabajar en Galápagos.

Por otro lado siendo Galápagos tan distante el tiempo de vuelo normal es 2:30 horas desde Guayaquil en avión Electra y 3:00 horas en DC-6B.

A manera de comentario el viajar a Galápagos para una persona ecuatoriana es muy difícil por cuanto se prefiere al turista extranjero siendo ésta la política de las compañías de transporte aéreo.

En cuanto se refiere al transporte marítimo, éste es restringido por cuanto no hay seguridad de itinerarios fijos, las autoridades navales exigen un mínimo de seguridades para el pasajero y solamente la compañía Metropolitan Touring tiene la embarcación Iguana para este servicio pero lo tiene monopolizado para el turismo extranjero.

La compañía TRANSHAVE presta también su servicio con el barco Calicuchima con capacidad para 60 pasajeros, el crucero demora hasta Puerto Baquerizo, desde Guayaquil 72 horas pero generalmente se usa para turismo.

El barco Darwin, Pinguino, Out Islander sirven únicamente para transporte de carga.

Con estos antecedentes el único medio de transporte seguro aunque con dificultades de reservación es el servicio aéreo TAME, en el que deberá movilizarse el personal y en algunos casos especiales inclusive materiales.

En lo concerniente a las facilidades de alojamiento, los Hoteles son muy caros, imposibilitando dar un buen trato al personal afueraño.

Ante esta realidad en el viaje de reconocimiento toca investigar quien podría arrendar una casa durante el tiempo de ejecución de la obra, lo que es bastante difícil por la escasez de viviendas; sin embargo de que este sistema es mucho más barato para la economía del empleado, como es el único camino viable se debe insistir en buscar este alojamiento que en ningún caso presta las comodidades necesarias y básicas para el personal.

De las experiencias vividas en el campo se recomienda comprometer a las autoridades para la consecución de la vivienda para el personal, en vista de la gran dificultad de alojamiento. Inclusive en el caso de Santa Cruz se tuvo que llevar camas para facilitar el alojamiento.

Por último, en lo que se refiere a la alimentación es difícil encontrar lugares donde le puedan atender al personal, por cuanto no hay salones, o hay uno solo pero para pocos comensales. En este caso también se debe auscultar y contratar con alguna persona el aprovisionamiento de la alimentación.

En definitiva la Logística para el personal civil que tiene que trasladarse a Galápagos es muy complicada por las dificultades que presenta y la incomodidad para el personal que de esta manera disminuye su rendimiento habitual.

Del personal isleño no hay problema por cuanto el problema lo tiene que resolver cada uno de ellos, no así en el caso del patrón que engancha al personal calificado del continente.

## CAPITULO IV

### PROBLEMAS ESPECIFICOS PARA LA CONSTRUCCION DE LINEAS Y REDES DE DISTRIBUCION EN LAS ISLAS GALAPAGOS

#### 4.1 Características de las Islas:

Las islas con relación al continente son un núcleo único y la distancia que los separa es tan grande que un barco demora 3 ó 4 días en ir de Guayaquil a Galápagos y un avión lo hace en 3 horas, no habiendo un sitio intermedio entre ellos, excepto la inmensidad del océano que los separa.

La provisión de materiales y alimentos es una odisea que se repite continuamente y ha formado en el habitante isleño un hábito y una costumbre de celebrar una fiesta cada vez que aparece un barco en el horizonte, como si su sola presencia representara la redención de estas islas olvidadas.

Aislándole del continente el Archipiélago habitable se conforma de 4 islas que se relacionan entre sí mediante la comunicación de radioteléfono y con las embarcaciones pequeñas que esporádicamente están navegando entre ellas.

Las características de las islas físicamente, son un espectáculo a la vista que sobrecoge y hace sentirse en el fin del mundo, su configuración es única y en nada se parece su terreno al continente, más bien a las Islas de Hawai. Por

las corrientes marinas y los vientos alisios de sureste a nor este, las costas orientales de las islas son escarpadas, llenas de acantilados y arrecifes, no así las costas occidentales que son playas de agua tranquila y sin precipicios. La isla Santa Cruz es característica porque presenta dos elevaciones de 1.700 mts. llamados los gemelos, los cuales sirven de escudo protector a los vientos cargados de humedad que hace precipitarse en lluvia en la parte sur y divide hacia el norte a la zona árida y seca sin vegetación.

La característica principal es su naturaleza muerta llena de cactus y cráteres que alcanzan unos 2.000 en todas las islas, todo es terreno rocoso, virgen, no hay agua dulce excepto en San Cristóbal, en las demás el isleño se ha acostumbrado al agua salobre con un contenido de hasta un 18 % de salinidad.

Los recursos de las islas en cuanto se refiere a material de construcción específicamente de líneas y redes que es el objeto del tema son escasos por la dificultad de conseguirlos, ya que el Parque Nacional tiene reglamentado la explotación de arena y madera, de manera que se debería poner de acuerdo INECEL y el Ministerio de Agricultura y Ganadería para que se dé facilidad de conseguir estos materiales con prioridad para obras de Electrificación; así el constructor ya no tendría problemas por falta de material local como ha venido sucediendo hasta el momento actual.

#### 4.2 Transporte:

Lo podemos clasificar en aéreo, marítimo y terrestre.

Este último internamente en cada isla.

En lo referente al transporte aéreo, básicamente el servicio logístico de la FAE, transporta pequeños volúmenes de carga especialmente de alimentos para el personal de la base aérea de Baltra y algunos materiales de construcción de pesos mediano y liviano únicamente por cuanto debido a la falta de combustible para el reabastecimiento en Baltra se tiene que llenar los tanques para 6 horas de vuelo, restringiendo de esta forma la carga útil que podría desplazar un avión DC-6B de FAE usado para el efecto.

Además no son vuelos exclusivos para transportar carga sino para movilizar personal tanto militar como colonos y turistas, de manera que es imposible aprovechar de este servicio logístico para transportar materiales, herramientas y equipo pesado para construcciones eléctricas en Galápagos.

Igualmente Metropolitan Touring lleva en sus vuelos "Charter" únicamente carga para los barcos que hacen turismo en Galápagos en conexión monopolizada con esta compañía.

A todo ésto se suma el hecho de que el aeropuerto de Baltra es una base militar y de que en él opera con exclusividad una sola compañía de aviación monopolizando el transporte aéreo, restringiendo el comercio y la movilización de la población.

Internamente el único vuelo que se realiza todos los miércoles entre Puerto Baquerizo y Baltra es una escala de itine-

rario del vuelo logístico de FAE del continente a las islas, el cual es aprovechado para movilización de los colonos.

El transporte marítimo no es un monopolio pero en cambio hay escasez de embarcaciones llegando en momentos a situaciones críticas y angustiosas de no disponer un solo barco para transportar carga.

El barco que con poca regularidad hace viajes de Guayaquil a Galápagos se llama Pinguino, es de servicio particular, es un barco de cabotaje con facilidad para transportar alimentos en grandes cantidades, materiales de construcción, combustibles, mercadería en general, sin embargo los viajes no son de itinerario fijo, dependiendo en la mayoría de los casos de las dificultades de embarque y desembarque, así como de continuas reparaciones y mantenimiento que hay que realizar a la nave.

La demanda de carga siempre es mayor a la oferta del transporte, de allí que en la mayoría de los casos las autoridades navales permiten que el barco zarpe aunque la línea de flotación esté por debajo del nivel requerido para un cruce-ro seguro.

Según las reglas de la compañía, por estas y otras razones de la operación de este negocio, no se responsabiliza de ningún reclamo y la mercadería va a bordo por cuenta y riesgo del embarcador.

La Armada Nacional dispone de 3 buques logísticos para Ga

lápagos, el Cayambe exclusivamente es un barco cisterna de agua dulce y combustible, para ser usados en los destacamentos navales y en servicios comunitarios que requieren de este líquido elemento y el combustible para plantas eléctricas y vehículos; el Tarqui y Jambelí son plataformas de desembarco con un desplazamiento de 600 toneladas, infelizmente son unidades muy viejas lo que hace que siempre se encuentre en parrilla una de ellas, sea en reparación o en mantenimiento.

La unidad disponible hace servicio logístico esporádicamente no tiene regularidad de itinerario y cuando está disponible el embarcador debe pagar la maniobra de embarque y desembarque y la carga viaja a riesgo del propietario.

Entre las islas hay transporte con botes pequeños fletados por el interesado, no hay itinerario fijo y las cargas que se movilizan obedecen al limitado comercio interinsular y de poco volumen.

Cuando llega un barco de carga a Puerto Baquerizo, éste hace el recorrido entre las islas habitadas desembarcando mercadería y a su regreso embarcando ganado y café para llevarlo al continente, en esta oportunidad el colono aprovecha para movilizar carga y comerciar.

En lo que se relaciona con el transporte marítimo necesario para llevar materiales, herramientas y equipo para la ejecución de los proyectos de electrificación en Galápagos, en las dos oportunidades que se ha hecho este trabajo ha-



sido necesario fletar especialmente el barco jambelí, logístico de la Armada para llevar el material de construcción a frontando directamente INECEL todos los problemas del embarque y desembarque, en esta última actividad con la decididada colaboración de las autoridades y ciudadanía, mediante mingas de jornada contínua.

El desembarque en ninguna isla ofrece facilidades de acoderamiento a un muelle de aguas profundas; el barco atraca a 100 ó 200 mts. en donde el agua no es muy tranquila y el desembarque se lo hace en barchas de hasta 20 toneladas para luego en los muelles de poca profundidad desembarcar a tierra.

El único muelle de aguas profundas es Puerto Caleta Eolia en Baltra.

Este tipo de maniobra se lo hace siempre sin importar el volumen o el peso de la carga como por ejemplo: grupos electrógenos, buses, tractores, postes de hormigón (11 mts y 16 qq de peso), cemento, etc.

INECEL mediante este trabajo, de transportar los materiales al sitio del proyecto desplegó una labor titánica por cuanto en 3 días se desembarcaron 350 toneladas de carga pesada en su mayoría; el pueblo ayudó con una minga contínua, desgraciadamente el manipuleo del material en algunos casos significó la pérdida de algunas luminarias y uno que otro contuso por la ignorancia y curiosidad de la gente.

El barco usado no tiene grúa para materiales pesados y en la mayoría de los barcos que transportan carga a Galápagos tampoco lo tienen, dificultando así la maniobra de desembarco, se emplea únicamente la fuerza muscular.

A sabiendas de la dificultad de conseguir transporte de materiales se hace necesario eliminar el rubro de imprevistos dentro del presupuesto porque no se consigue nada en las islas de manera que se debe chequear el material antes de embarcarlo.

El transporte terrestre interno es reducido, apenas 68 Kms de carretera estable unen la parte alta con la playa.

La carretera más importante y la más utilizada es la que une el Canal de Baltra con Puerto Ayora, sirve para movilizar turistas desde el Aeropuerto de Baltra hasta el Centro de distribución del turismo que es Puerto Ayora; por desgracia esta carretera que es nueva todavía no tiene un equipo de mantenimiento.

#### 4.3 Almacenamiento de Materiales:

Una vez desembarcado el material se transporta a un local cerrado, todo aquello que se debe proteger de la intemperie y se ordena y clasifica a la medida de las disponibilidades de espacio abriendo una kárdex y constatando con el Bodegueiro para levantar un acta de recepción del material.

El resto, como postes, transformadores, conductor, tenso-

res, anclajes, se deja en un patio a la intemperie, ordenándolo de tal manera que se lo pueda movilizar de acuerdo al programa de trabajo.

De la organización de la bodega depende el éxito del trabajo, ya que facilita la búsqueda del material requerido en el mejor tiempo posible.

#### 4.4 Topografía del Terreno:

##### 4.4.1 Características del Suelo:

El terreno de las Islas Galápagos es de origen volcánico formado por roca basáltica con un buen contenido de hierro, y vidrio, éste último llamado Palagonita por el agua absorbida durante su enfriamiento rápido. En su conformación frecuentemente se desarrollan vesículas de gas, algunas rellenas de cristales de zeolita, ágata, y ópalo.

Los flujos de lava son capas de basalto de aproximadamente 1 mt. de espesor, en su periferia la escoria es de unos 20 cm, de color rojizo por la oxidación rápida. En su proceso de descomposición esta capa periférica se destruye fácilmente por la acción del medio ambiente (meteorización), formando una capa exterior de suelo apto para la agricultura y muy blando. La meteorización ha descompuesto la escoria de lava especial y particularmente en la zona alta cerca de los cráteres,

que es donde vive el colono agricultor; en tanto que en la parte baja o zona de transición y en las costas esta meteorización no ha descompuesto la escoria con tanta facilidad y su efecto destructor apenas alcanza unos 2 ó 3 cm. o en otros casos casi nada; manteniéndose el suelo completamente rocoso. La capa interior es una escoria oxidada que divide los flujos de lava por capas. Hay algunos casos de formación de tubos de lava que son protuberancias visibles y agrietadas debido a la acción primaria de los gases.

En el Archipiélago se presentan dos tipos de lava basáltica encontrados en el proceso de excavación de los huecos para postes:

- a. Pahoehoe o lava cordada producto de la solidificación de un magma muy fluido, y
- b. La lava tipo Aa o lava en bloques que en su solidificación fue menos fluida.

#### 4.4.2 Vegetación:

Para los fines de topografía es una vegetación muy espesa, impenetrable, de poca visibilidad, se distinguen árboles de cacaotillo y palosanto bastante altos, el terreno es bastante regular con tendencia a subir al centro de la isla, su altura no sobrepasa de 1.800 mts.

#### 4.4.3 Topografía:

La falta de visibilidad y la ausencia total de hojas topográficas del Instituto Geográfico Militar dificultan la realización de la topografía de Galápagos.

Los centros poblados se encuentran a lo largo de las carreteras, lo cual ayuda al desarrollo de la topografía porque mediante su trazado se establecen sitios de referencia, que sirven para marcar puntos obligados de la ruta de las líneas de subtransmisión.

Las fotografías 1 y 2 visualizan el fenómeno citado.

La dificultad que presenta el acceso desde la carretera hacia el interior obliga a modificar la ruta, llevando la línea junto al camino carrozable. En algunos casos conviene cortar la carretera para evitar los ángulos muy pronunciados y el anclaje de la línea.

Esto se dificulta por la prohibición del Parque Nacional de usar trochas para acortar distancias advirtiendo que se daña la naturaleza que debe permanecer intocable porque se altera la ecología.

#### 4.5 Desbroce del Terreno:

Una vez determinada la ruta que seguirá la línea se procede a desbrozar el terreno dejando una trocha de unos 3 ms

a cada lado del eje de la línea.

Este trabajo se dificulta por la sencilla razón de que el personal isleño que hace de todo sin saber mucho de poco, no tiene idea de la finalidad del desbroce, consecuentemente se pone estacas en puntos fijos y se tiempla una cuerda entre ellos para trabajar con referencias.

Esta labor es muy demorosa especialmente en los sectores en donde se encuentra el árbol de Matasarno que es una madera dura e incorruptible.

El Parque Nacional dificulta aún más este trabajo porque exige que se haga una limpieza de la maleza botada al suelo - demorando de esta manera continuar con el proceso de la - construcción.

En tratándose de redes de distribución el problema es más grave debido a que la ignorancia de la gente la hace proceder como tal impidiendo que se bote al suelo los árboles ornamentales, las palmeras y otros agentes que estorban el - tendido del conductor en el área urbana.

#### 4.6 Estacamiento:

La dificultad de disponer de un plano de la población a escala hace necesario reconsiderar el diseño en cuanto a la ubicación de la postería se refiere, consecuentemente el estacamiento directo en la obra es la única solución.

Complementariamente, en el caso de la Isla Santa Cruz, la cual no dispone de un Plan Regulador y las delimitaciones de la vía pública no se ajustan a la realidad, es necesario previamente solicitar a las Autoridades respectivas que implementen una infraestructura urbana acorde con el medio y delimitando con respecto a las viviendas ya construidas.

De ésto se nota claramente la precaria forma en que se desenvuelve la vida humana en Galápagos.

Es curioso y digno de tomarse en cuenta la experiencia pasada en lo que a este punto se refiere:

- a. Hubo el caso de que una calle perfectamente delimitada en el plano urbanístico, en el terreno eran dos calles paralelas defasadas la una de la otra el ancho de una de ellas;
- b. Por efecto de la interpretación del plano eléctrico en el sitio había que colocar un poste en la mitad de la calle y cosa curiosa también había una casa en la mitad de la calle.

El estacamiento de la postería en los centros urbanos, realmente tiene problemas por la adaptación al medio, aumentando por éste concepto la holgura de tiempo disponible para tal efecto, en otras palabras se improvisa el estacamiento tomando en cuenta el criterio técnico del constructor.

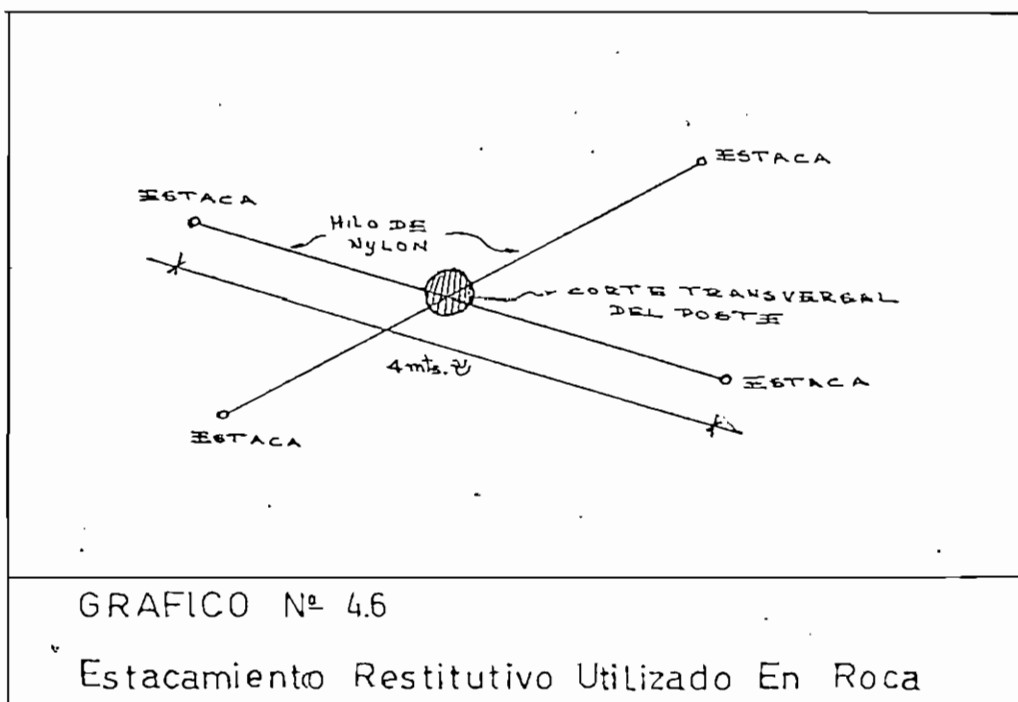
Para la línea de transmisión es más fácil ya que hay más precisión en la ubicación de las estacas, conservando los

critérios de alineación con respecto a los puntos de inflexión predeterminados en el análisis topográfico.

Para el estacamiento se emplea el sistema de 4 estacas, - que se ubican aproximadamente a 2 mts del poste erecto, - diametralmente opuestos dos a dos para mediante un hilo po ner una cruz en el centro del poste.

Este sistema sirve para restituir la ubicación exacta del pos te después de haber realizado los disparos necesarios para darle la profundidad requerida y ubicarlo en el sitio prede- terminado.

El gráfico N° 4.6 muestra el sistema empleado para el es- tacamiento en roca.





En los puntos de inflexión se usa un jalón bastante visible y los puntos intermedios se alínean con teodolito.

El tiempo estimado para este trabajo se alargó un 10 % por cuanto muchos niños no comprendiendo el beneficio o por simple curiosidad sacaban las estacas dejando algunos sitios indefinidos.

En el capítulo 5 veremos los tiempos estimados y los realizados en obra, para el caso de mi experiencia en Galápagos.

#### 4.7 Excavación:

En el punto 4.4.1 se explicó las características del suelo de Galápagos, consecuentemente y debido a que éste es un caso único, donde la totalidad del suelo es roca basáltica, se hace indispensable el uso de explosivos y un estudio previo sobre el procedimiento para obtener huecos de características propias para la erección de la postería.

Las experiencias vividas en este campo del uso de explosivos gracias a la experiencia de muchos años del dinamitero que se llevó del continente para trabajos en Santa Cruz-Galápagos sirven de base para la realización de futuros trabajos.

En el viaje previo a la construcción, al consultarse la disponibilidad de equipo se llegó a la conclusión de que apenas se tiene un compresor neumático que poco o ningún uso se

le puede dar por las pésimas condiciones en que se encuentra.

NOTA: Dato tomado a Julio de 1.975 y verificado en Agosto de 1.976 ante esta circunstancia y debido a que el equipo de perforación para usarse debe ser liviano, portatil y de gran versatilidad y siendo la motoperforadora Cobra Super de características muy apropiadas para este trabajo se lo recomienda ya que los resultados que se obtienen realmente son satisfactorios.

Para basalto y granito que son rocas muy duras se emplea explosivos de una alta concentración de nitroglicerina, alta velocidad de detonación de los gases producidos en la reacción química en el instante de la explosión y un porcentaje alto de generación de energía térmica, todos simultáneamente para producir un trabajo mecánico destructor de las rocas. La gelatina detonante usada muy comunmente en este tipo de roca es aquella de 60 %, cuyo efecto útil es de 300 cm<sup>3</sup> ó en otras palabras la expansión TRAUZL varía entre 150 y 450 cm<sup>3</sup>.

El máximo rendimiento del explosivo se obtiene cuando el desalojo de la roca dinamitada coincide con el momento de máxima presión de los gases originados en la detonación.

El trabajo mecánico de un explosivo depende directamente de la velocidad de detonación, 6000 m/sg, volumen de gases producidos y del calor de detonación, factores éstos que influyen el efecto útil del explosivo utilizado.

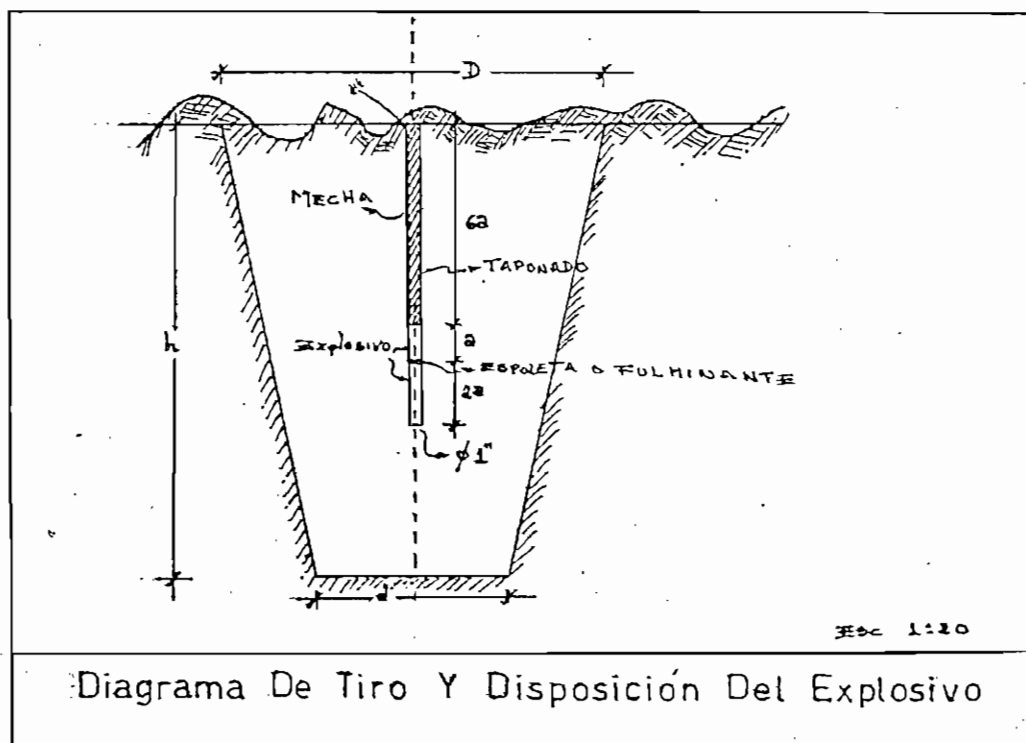
El taponamiento del hueco barrenado es importante hacerlo tratando al máximo de compactar el suelo entre el explosivo y la flor de tierra; se usa tierra cernida mezclada con agua, en estado de pasta para tapar las fisuras o vesículas de la roca y evitar la fuga de gases.

La longitud del taponamiento no debe ser menor a  $\frac{2}{3}$  de la longitud del hueco barrenado. (L7)

Para el cálculo de la cantidad de explosivo se procede de la siguiente manera:

En la figura 4.7.1 puede observarse el diagrama de tiro del tipo de cono truncado invertido usado para el caso de las Islas Galápagos.

Fig. 4.7.1



1. Calculamos el volumen de roca desalojada en el disparo:

$$V_{CT} = \frac{\pi}{3} \cdot h \left[ \left(\frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \frac{D}{2} \times \frac{d}{2} \right]$$

$$V_{CT} = \frac{\pi}{3} \cdot h \left( \frac{D^2}{4} + \frac{d^2}{4} + \frac{D \times d}{4} \right)$$

$$V_{CT} = \frac{\pi}{12} \cdot h (D^2 + d^2 + D \times d)$$

$V_{CT}$  = Volumen del cono truncado ( $m^3$ )

$h$  = Profundidad del hueco (m)

$D$  = Diámetro de la boca del hueco (m)

$d$  = Diámetro de la base del hueco (m)

Dando valores según ensayos en Proyecto:

$h$  = 1.20 mts.

$D$  = 1.00 mt.

$a$  = 9 cms.\*

$d$  = 0.5 mts.

Reemplazando en la fórmula:

$$V_{CT} = \frac{3.14}{12} \times 1.20 \left( 1^2 + 0.5^2 + 1 \times 0.5 \right)$$

$$V_{CT} = 0.55 \text{ m}^3$$

2. Para el explosivo utilizado la razón de cargamento es 270 gr/ $m^3$  y es la cantidad de explosivos necesario para desalojar 1  $m^3$  de roca de basalto. (L 7)

1. Por tratarse de un basalto de alto contenido de vesículas de gas se recomienda sobrecargar la cantidad de explosivo un 10 %.

Usaremos la razón de cargamento  $300 \text{ gr/m}^3$  (L 7)

$$Q = R \cdot Vct \quad \text{en donde}$$

Q = Cantidad de explosivo  
 R = Razón de cargamento  
 Vct = Volumen de roca desalojada

Reemplazando valores:

$$Q = 300 \text{ gr/m}^3 \times 0.55 \text{ m}^3$$

$$Q = 165 \text{ gramos de explosivo}$$

3. Cálculo del # de cartuchos de dinamita del 60 % de concentración de nitroglicerina y 80 % de resistencia al agua para una semigelatina de  $\varnothing 1 \frac{1}{4}'' \times 8''$  que es la que se encuentra en el mercado local.

Peso de cada cartucho: 180 gr.

$$Nc = \frac{Q}{Pc} \quad \text{en donde}$$

Nc = Número de cartuchos por hueco  
 Q = Cantidad de explosivo por hueco  
 Pc = Peso de cada cartucho

Reemplazando valores:

$$N_c = \frac{165 \text{ gr/hueco}}{180 \text{ gr/cartucho}}$$

$$N_c = 0.91 \frac{\text{cartuchos}}{\text{hueco}}$$

4. Por tratarse de voladura a cielo abierto y como la fuerza explosiva tiene que vencer la fuerza de gravedad de la roca se debe cargar un 10 % de explosivo por hueco. (L 7)

$$N_c = 0.91 \times 1.1 \frac{\text{cartuchos}}{\text{hueco}}$$

$$N_c = 1 \frac{\text{cartucho}}{\text{hueco}}$$

Adicionalmente al explosivo debe calcularse la cantidad de mecha que para este caso es del tipo lenta de seguridad y recubierta con polipropileno para protegerla de la humedad y el fulminante de fuego tipo cápsula a razón de uno por disparo.

El número total de cartuchos depende del número de postes y anclajes que se vayan a instalar, dejando un margen de seguridad para disparos de prueba y reserva para imprevistos.

En el sitio del trabajo se hacen pruebas de perforación con diferentes barrenos, se calibra la máquina de acuerdo al combustible y altura sobre el nivel del mar.



1. Topografía: Hitos delineando calles y maleza impidiendo visibilidad.



2. Topografía: Línea de Subtransmisión Puerto Ayora Bellavista.

Los primeros disparos se hacen a poca profundidad, - dosificando la dinamita para comprobar su efecto útil.

El método para cargar y taponado es rudimentario y peligroso y consiste en llenar la gelatina en la parte - baja. (Ver figura 4.7.1.)

NOTA: \* Es importante que el valor de "a" sea 9 cm por cuanto con este valor se consigue el cono truncado con bastante aproximación.

Primero rellenos 18 cms de gelatina, luego se coloca la mecha y el fulminante solidamente unidos, a - continuación 9 cms de explosivo y 54 cms de tapona - miento con escoria volcánica húmeda, se compacta con una vara de madera dura y rectilínea.

Aprovechando que el sitio de la prueba es bastante ale - jado de la población y no hay peligro para personas o animales, con la debida precaución se despeja la zona indicada, con el personal debidamente protegido con un cazco, se enciende la mecha y a una distancia consi - derable se observa la detonación producida, tomando el tiempo de combustión de la mecha para referencias de nuevos disparos.

En las fotos: 3,4 y 5 se aprecia una faceta interesan - te de la excavación en roca.

De los resultados obtenidos se puede apreciar clara -



mente que ningún hueco responde a los diseños previos de disparo, ni siquiera se puede sacar un promedio, - ésto debido a la configuración irregular de las rocas y a la peculiar estratigrafía del terreno en Galápagos.

Para el caso de los explosivos, el rubro de imprevistos considerado en el presupuesto general se agotó y hubo que usar otra partida extra para gastos adicionales de explosivos; para tener una idea, de los 600 - cartuchos, con el 40 % de concentración que fueron estimados, se gastaron realmente 1.600, de los cuales 1.000 tenían 60 % de concentración, de manera que el promedio de consumo que se indica en el capítulo V - es el que necesariamente debe considerarse para trabajos futuros en roca.

Los disparos a cielo abierto representan un peligro - para los trabajadores, debido al volumen de roca desalojada y al peso de los fragmentos que caen a distan - cias de 150 a 180 mts. del sitio de disparo; experiencia ésta que obliga a buscar métodos rudimentarios pero seguros para hacer las excavaciones en la zona urbana y en algunos casos frente a locales peligrosos.

Galápagos es muy rica en madera dura y pesada como el matasarno, el aguacate, etc.; aprovechando este - recurso se cortan troncos de aproximadamente 1.80 - mts. especialmente de la base del árbol para obtener un diámetro de 35 a 40 cms. luego se unen 3 ó 4 de ellos con alambre de cerca y grapas de acero obtenfen



3. Perforadora Cobra Super, dinamitero y ayudante en plena actividad.



4. Huevo barrenado y dinamitado en una primera explosión. Limpieza.

dose un maderamen bastante pesado y compacto tal como se puede ver en las fotos 6 y 7.

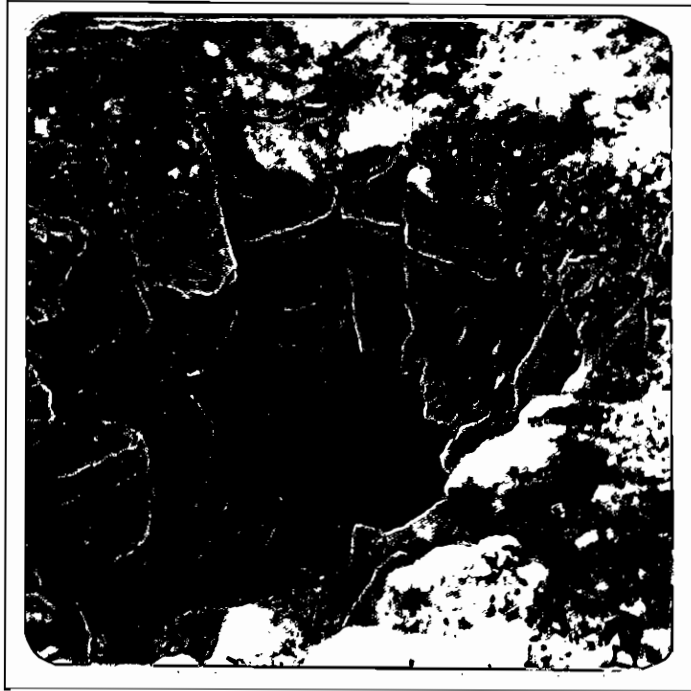
De los rendimientos de los explosivos tampoco se tienen valores exactos por hueco perforado, pero para efectos de diseño se deben usar como valor promedio 5.19 cartuchos por hueco. Este valor no es un índice porque en algunos casos se emplea hasta 16 cartuchos y en otros con sólo medio cartucho ya se tiene listo un hueco.

El personal de ayudantes colabora eficazmente en la perforación de huecos, preparando la roca para la perforación, tapando el hueco para evitar que la voladura aflore a la superficie, limpia los residuos y prepara el hueco para nuevos disparos cuando el primero no ha sido suficiente, hasta tener listo el hueco para proceder a la erección del poste.

#### 4.8 Regado de Postería:

La configuración muy accidentada de las islas ha retardado el proceso urbanístico, en lo que se refiere al trazado y construcción de vías de acceso aún en el área urbana; las calles principales y secundarias muy poca facilidad prestan para la circulación vehicular.

En el regado de la postería para una red de distribución se utiliza un rudimentario coche que consiste en un eje con dos ruedas y un maderamen improvisado sobre el que se aloja la parte más pesada del poste; por facilidad de maniobra se busca el centro de gravedad. Esta operación la realizan



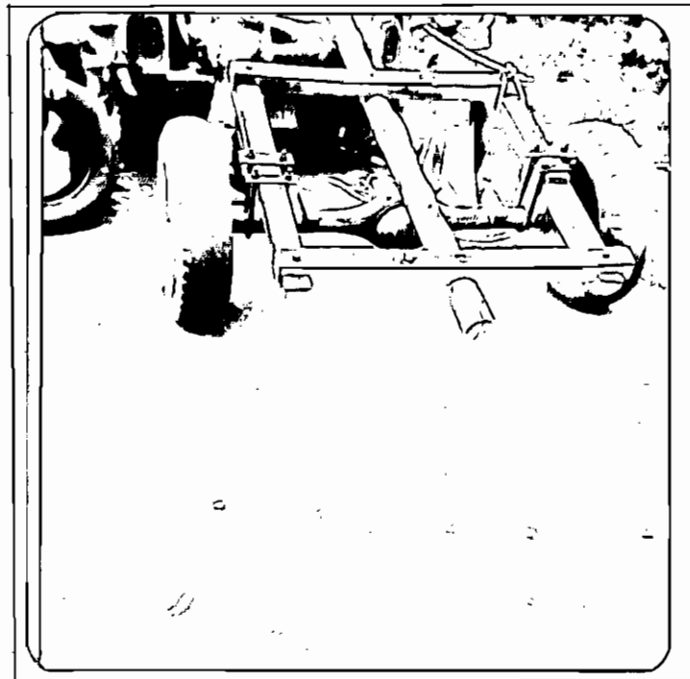
5. Hueco listo para ubicación de poste.  
( cinco disparos consecutivos).



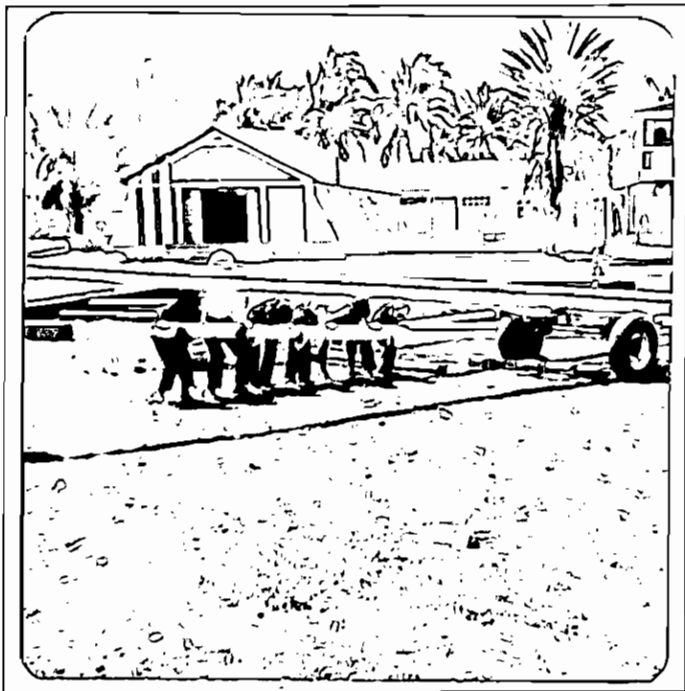
6. Construcción del maderamen para  
voladura en áreas habitadas.



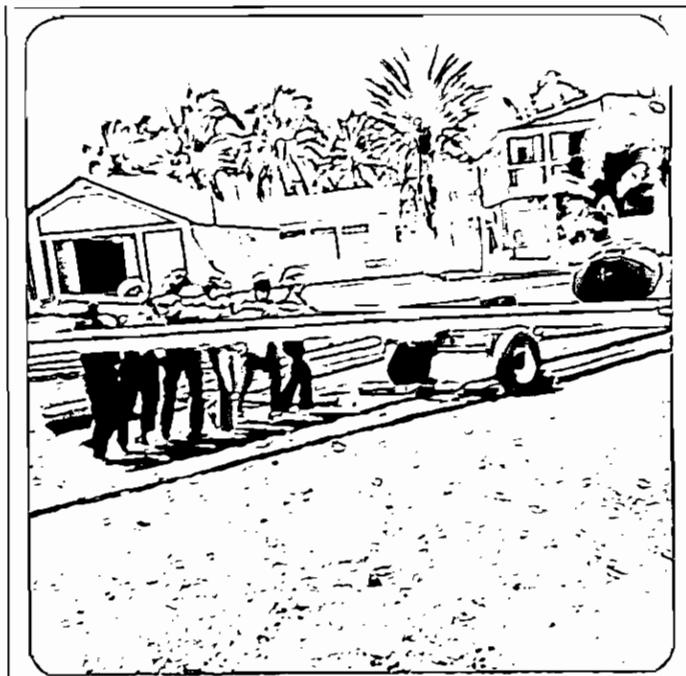
7. Ubicación del maderamen sobre el hueco relleno de explosivo.



8. "Carretón," vehículo utilizado para transporte de postes.



9. Personal tratando de ubicar un poste sobre el Carretón.



10. Personal ubicando el poste en el carretón.

ocho personas incluido el jefe de cuadrilla; los rendimientos dependen de la accesibilidad y la distancia desde la bodega hasta el sitio de erección.

Si la postería fuera de madera se mejoraría el rendimiento sea haciéndolo más rápido con un solo poste o cargando el carretón con tres ó más postes para compensar el peso de un solo poste de hormigón.

En las fotografías 8, 9, 10 y 11 puede apreciarse algunos pasajes de esta maniobra y el vehículo utilizado en Puerto Ayora.

Cuando el acceso se dificulta aún para este vehículo se continúa el trabajo usando durmientes transversalmente debajo del poste, generalmente se usa madera de balsa. Hasta llevarlo al sitio se lo hala con cuerdas, de preferencia de nylon que son resistentes y no se lascan con facilidad. Ver fotografía N° 12.

En algunas ocasiones el poste tiene que ser llevado por el mar, cuando es madera se lo arrastra con un bote de motor, y en el caso de ser de hormigón se hace una camada de 4 tanques de 55 galones sellados con aire y se lo arrastra igual que uno de madera.

En la fotografía N° 13 puede apreciarse esta secuencia.

Las líneas de subtransmisión siempre que se lleven paralelas a las carreteras ofrecen más facilidades para el regado de la postería, la única dificultad que se debe afrontar



11. Asegurado el poste sobre el carretón para transportarlo al sitio.

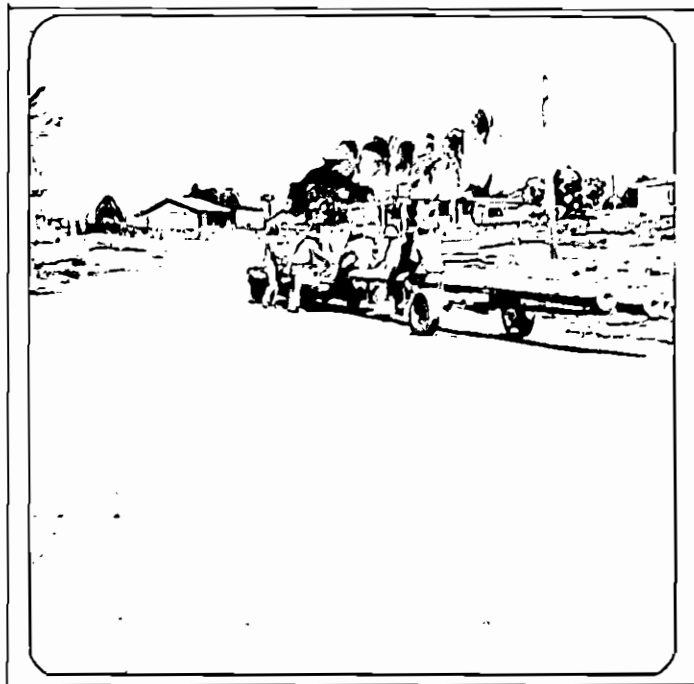


12. Transporte de un poste a un sitio inaccesible.





13. Transporte de un poste sobre el  
agua.



14. Amarrado de un poste sobre vehículo  
de transporte.

en el arrastre de los postes que es necesario hacerlo con un vehículo apropiado.

Para la línea de 7 Kms. entre Puerto Ayora y Bellavista se utilizó una camioneta Mazda de 1.200 c.c. tal como puede verse en las fotografías 14, 15 y 16.

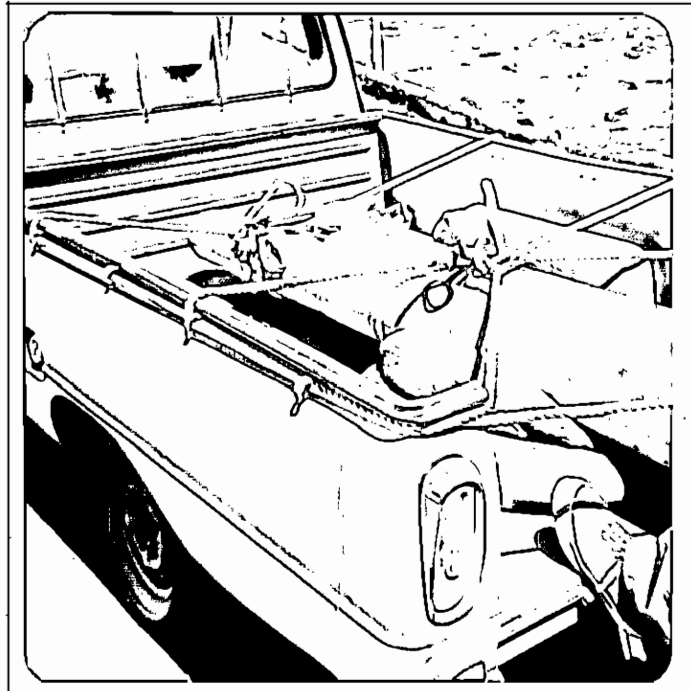
Las llantas se usan para evitar que la vibración y los golpes causen una deformación o daño permanente en los postes disminuyendoles su vida útil.

#### 4.9 Erección:

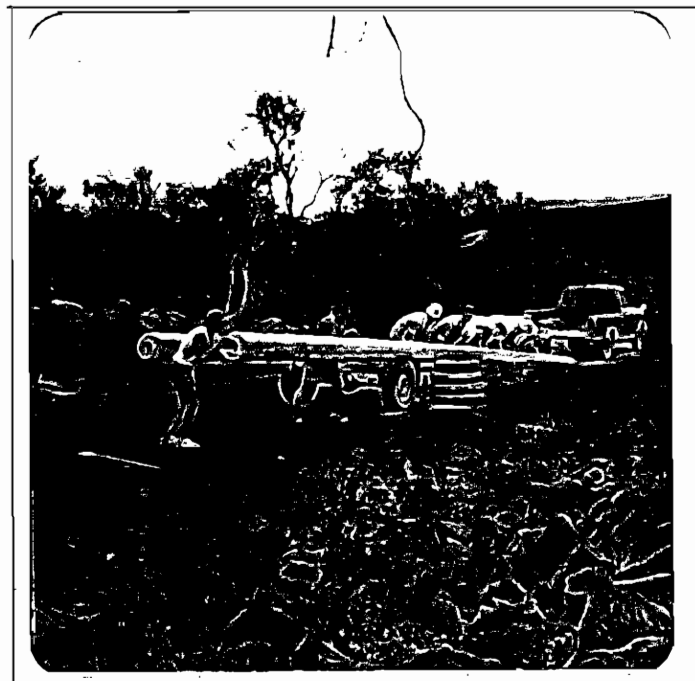
Un equipo de erección de postes llevado a Galápagos encarecería cualquier proyecto, tan sólo su transporte modificaría el presupuesto de erección de postes; además los proyectos de construcción en cada isla significan una movilización interna muy peligrosa por no existir medios adecuados para transporte.

El método manual con tijeras o "parihuelas" es el más aconsejado aunque representa peligro para el trabajador isleño que no conoce y se enfrenta con recelo y miedo a este sistema. Demostrada su confiabilidad en los primeros postes, el resto del trabajo con una cuadrilla de 10 hombres es fácil y su rendimiento óptimo; 1 estructura por hora promedio incluyendo el relleno y la compactación con hormigón ciclópeo.

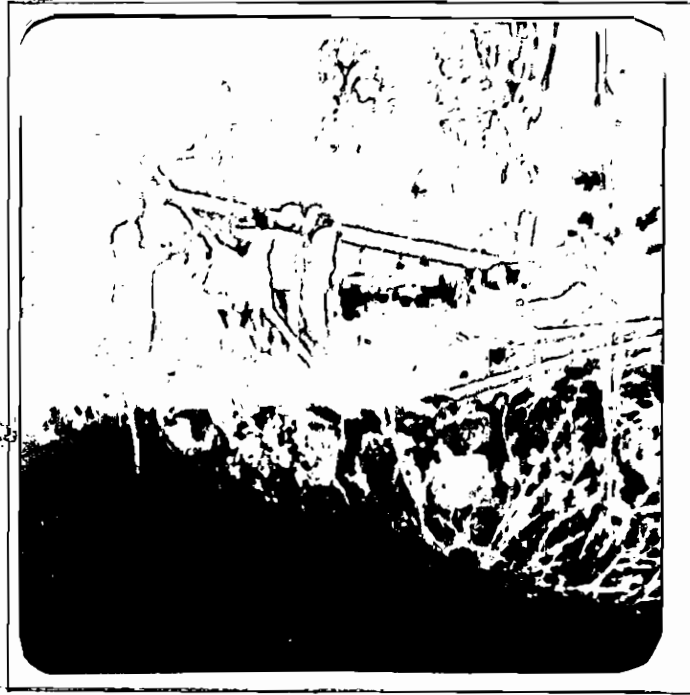
Los diez hombres de la cuadrilla se dividen el trabajo de



15. Detalle del amarrado del poste al vehículo transportador.



16. Regado de los postes, las llantas se ubican en el centro de gravedad para evitar daños permanentes.



17. Iniciación de la erección, ubicación de la tijera principal.



18. Elevación del poste mediante 3 tijeras.

la siguiente manera: el capataz o jefe de la cuadrilla dirige y guía la parihuela pequeña, la parihuela mediana es controlada por cuatro hombres, dos a cada lado, la parihuela grande es guiada y controlada por dos empleados, uno a cada lado.

Los tres restantes se preocupan de preparar el hormigón ciclópeo en forma rudimentaria por la imposibilidad de disponer de una concretera.

A medida que va tomando altura el poste se lo va centrando en el hueco para alinearlos con los demás plantados, erecto se lo sostiene a  $90^\circ$  cada hoja de las dos parihuelas, se nivela con plomada, se rellena el fondo con piedra grande a manera de cuña y se añade el hormigón ciclópeo. Así sucesivamente se repite el trabajo para los restantes postes.

Los criterios utilizados en el empotramiento han dependido del cálculo del momento negativo y de la compactación del hueco, los cuales serán desarrollados posteriormente.

Las fotografías 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 muestran la secuencia de la erección.

#### 4.10 Compactación:

En el último párrafo del numeral 4.9 se citó como parte de la secuencia de erección la compactación.



19. Alineación y aplomado del poste.



20. Compactación de la base del poste  
con piedra gruesa.



21. Rellenado listo para recibir el hormigón ciclópeo.



22. Preparación del hormigón ciclópeo.



23. Enlucido final del hormigón ciclópeo.



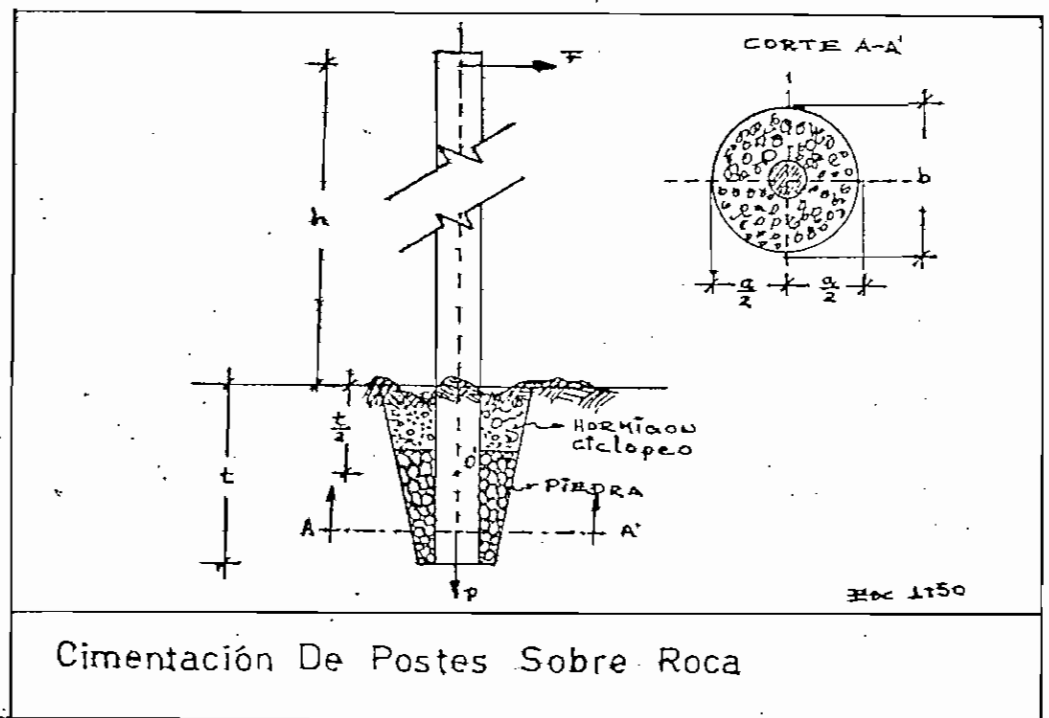
24. Calle del Colegio Galápagos terminada la erección. Nótese la irregularidad del terreno.



Es necesario añadir que para coordinar el ciclo de erección las tres personas que realizan la compactación en la cuadrilla tipo se encargan del trabajo de albañilería en coordinación con el vehículo, transportan arena, agua y cemento y en un sitio disponible, lo más cerca al poste parado se mezcla la arena y el cemento en relación 1:4, agua lo necesario y piedra para compactar en la cantidad que ocupe toda la periferia del poste, se apisona, se funde la mezcla y se da un toque final de enlucido a nivel del suelo para no permitir la filtración de aguas.

El suelo de Galápagos es rocoso; para cimentar los postes se utiliza un sistema que consiste en llenar la cavidad con piedra gruesa, compactar con piedra menuda y en la parte superior 1/3 de hormigón ciclópeo, tal como puede verse en la figura 4.10.1

Figura 4.10.1



NOTA: Se considera que "ó" es el centro de rotación del macizo en el momento del vuelco.

Al aplicar una fuerza F a una distancia h del suelo el macizo tiende a volcarse.

El método de Sulzberger ha desarrollado una fórmula para encontrar la profundidad de empotramiento de los postes, la cual vamos a aplicar con ciertas limitaciones.

1. Consideramos que el suelo es compacto y que la acción de F en el momento de vuelco se produce en el centro de gravedad del macizo.
2. El coeficiente del terreno dado en la tabla XLII pág. - 448 de (L 9) tiene un valor máximo de 25 Kg/cm<sup>2</sup> para suelo compuesto de grava gruesa con poca arena gruesa pero fuertemente apisonada, pero este valor sirve de referencia únicamente, puesto que no se tiene valores específicos para el caso expuesto.
3. Se considera que el macizo ocupa un volumen bastante aproximado a un cono truncado invertido.

Con estas consideraciones la fórmula de Sulzberger desarrollada tentativamente es:

$$M = F \left( h + \frac{1}{2} t \right) = \frac{\frac{1}{2} (C_t \times b \times t^3) \times 10^{-2} + 0,4 \times P_x a}{K} \quad (L9)$$

En donde:

M = Momento del vuelco del poste

F = Fuerza aplicada en Toneladas

h = Altura libre del poste en mts.

t = Profundidad del empotramiento en mts.

P = Peso del conjunto poste, equipo y cimentación

a = b = ancho del hueco

K = 1.2 = Coeficiente de seguridad

$C_t$  = Coeficiente del terreno en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$

$C_t$  es el esfuerzo necesario en Kg para hacer penetrar en el terreno a un cm de profundidad una placa de un  $\text{cm}^2$  de su superficie.

La fórmula de Sulzberger aplicada a un terreno arcilloso y apisonado fuertemente se escribe así:

$$M = 0.85 P \frac{b}{2} + 3.3 bt^3$$

En donde el valor 3.3 depende de las características del terreno.

La carga de rotura de un poste de hormigón de 10 mts. es 350 Kg. en esfuerzo horizontal. Con un factor de seguridad 2 la carga útil es 175 Kg. pero en condiciones de sobrecarga se aumenta un 50% para cálculo de cimentación, entonces  $F = 262.5 \text{ Kg.} = 0.26 \text{ ton.}$

h = 10 mt - t

P = 2 ton.

b = 1 mt

Reemplazando valores:

$$0.26 \left[ (10 - t) + \frac{1}{2} t \right] = 0.85 \times 2 \times \frac{1}{2} + 3.3 \times 1 \times t^3$$

Simplificando:

$$t^3 + 0.04 t - 0.53 = 0$$

De donde:

$$t = 0.795 \text{ mts}$$

$$t \cong 80 \text{ cms}$$

La profundidad de empotramiento recomendada cubre un factor de seguridad dado por la característica del terreno.

En las estructuras en ángulo y de retención se debe empotrar 10 % adicional, como recomendación de experiencia en construcción.

#### 4.11 Ensamblaje de estructuras:

Me limitaré a citar que problemas específicos en el ensamblaje de las estructuras no los hay porque este trabajo es igual en cualquier lugar; aprovecharé para discernir algunos criterios sobre organización del trabajo y distribución del personal para optimizar el cronograma de obra, específicamente, la utilización de linieros y dinamiteros en tareas que se desarrollan paralelas en la construcción.

#### 4.11.1 Optimización del personal:

Al iniciar una obra en Galápagos se organizan cuadrillas al mando de los linieros, mínimo un liniero, un ayudante y dos peones.

El dinamitero necesita un ayudante y cuatro peones. mínimo.

Para la optimización tomaremos de ejemplo el proyecto de la Isla Santa Cruz:

##### a) Personal utilizado de planta:

4 linieros

4 ayudantes

8 peones

1 dinamitero

1 ayudante de dinamitero

##### b) Personal de la Isla tomado ocasionalmente de acuerdo a la actividad.

En los cuadros 4.11 a y 4.11 b se presenta un ánálisis de los rendimientos del personal y el cronograma de distribución de trabajos respectivamente.

El gráfico 4.11 a es la curva de utilización de los recursos humanos.

RENDIMIENTOS DEL PERSONAL (HORAS LABORADAS)

ACTIVIDAD	Personal utilizado	Obra ejecutada	Tiempo ejecución (horas)	Obra / hora	horas / hombre	horas / personal Liniero	horas ayudante	horas peón dinamitero
TOPOGRAFIA	2 L 4 A	7.000 m.	32	218,7 m.	192	64 L 128 A	128	
DESBROCE	8 P	5.000 m <sup>2</sup>	8	625 m <sup>2</sup>	64	64 P	64	
ESTACAMIENTO	2 L 2 A	308 es.	40	7,7	160	80 L 80 A	80	
PERFORACION	1 D 1 A	1.900 d.	380	5	760	380 D 380 A	380	
EXCAVACION	12 P	308 h.	380	0,8	5.160	5.160 P	5.160	
REGADO POSTES	8 P	226 p.	116	1,9	928	928 P	928	
ERECION	2 L 2 A 3 P	226 p.	260	0,87	1.820	520 L 520 A 780 P	520	780
COMPACTACION	3 P	226 p.	260	0,87	780	780 P	780	
REVESTIMIENTO * ESTRUCTURAS	2 L 1 A	3	3	1	9	6 L 3 A	6	3
RRG.								
SC.	1 L 1 A	34	17	2	68	34 L 34 A	34	34
AC.	2 L 1 A	3	3	1	9	6 L 3 A	6	3

CUADRO Nº 4.11.a

ACTIVIDAD	Personal utilizado	Obra ejecutada	Tiempo ejecución (horas)	Obra / hora	horas / hombre	horas / personal Liniero	horas ayudante	horas peón	horas dinamiteo
REVESTIMIENTO ESTRUCTURAS									
SU	2 L 1 A	65	10	6.5	30	20 L 10 A	20	10	
RU	2 L 1 A	22	3	7.3	9	6 L 3 A	6	3	
AU	1 L 1 A	1	0.2	5	0.4	0.2 L 0.2 A	0.2	0.2	
RC	2 L 1 A	4	3	1.3	9	6 L 3 A	6	3	
DS4	1 L 1 A	163	32	5.1	64	32 L 32 A	32	32	
DRR4	1 L 1 A	14	3	4.6	6	3 L 3 A	3	3	
				SUBTOTAL ESTRUCTURAS.#		113.2	91.2		
ANCLAJES	3 P	82	41	2	123	123 P		123	
TENSORES									
TT	1 L 1 A	74	42	1.76	84	42 L 42 A	42	42	
TF	1 L 1 A	13	13	1	26	13 L 13 A	13	13	

ACTIVIDAD	Personal utilizado	Obra ejecutada	Tiempo ejecución (horas)	Obra / hora	hora / hombre	hora / personal	hora / liniero	ayudante	hora / peón	hora / dinamitero
TENSORES	1 L	6	12	0.5	24	12 L	12			
TPP	1 A					12 A		12		
TRANSFORMADORES										
DISTRIBUCION	2 L	10 t.	15	0.66	60	30 L	30			
	2 A					30 A		30		
PUESTA A TIERRA	1 L	16	8	2	16	8 L	8			
	1 A					8 A		8		
MONTAJE LUMINARIA	1 L	165	90	1.83	180	90 L	90			
	1 A					90 A		90		
MONTAJE RELAY										
FOTOCELULA	1 L	10	8	1.25	16	8 L	8			
	1 A					8 A		8		
TENDIDO, TEMPLADO										
CONDUCTOR AT. BT.	2 L	43.576 m	90	484	900	180 L	180			
	2 A					180 A		180		
	6 P					540 P		540		
AMARRE AT.	2 L	190 m	32	5.9	192	64 L	64			
	2 A					64 A		64		
	2 P					64 P		64		
AMARRE B.T.	2 L	764 m	96	7.9	576	192 L	192			
	2 A					192 A		192		
	2 P					192 P		192		

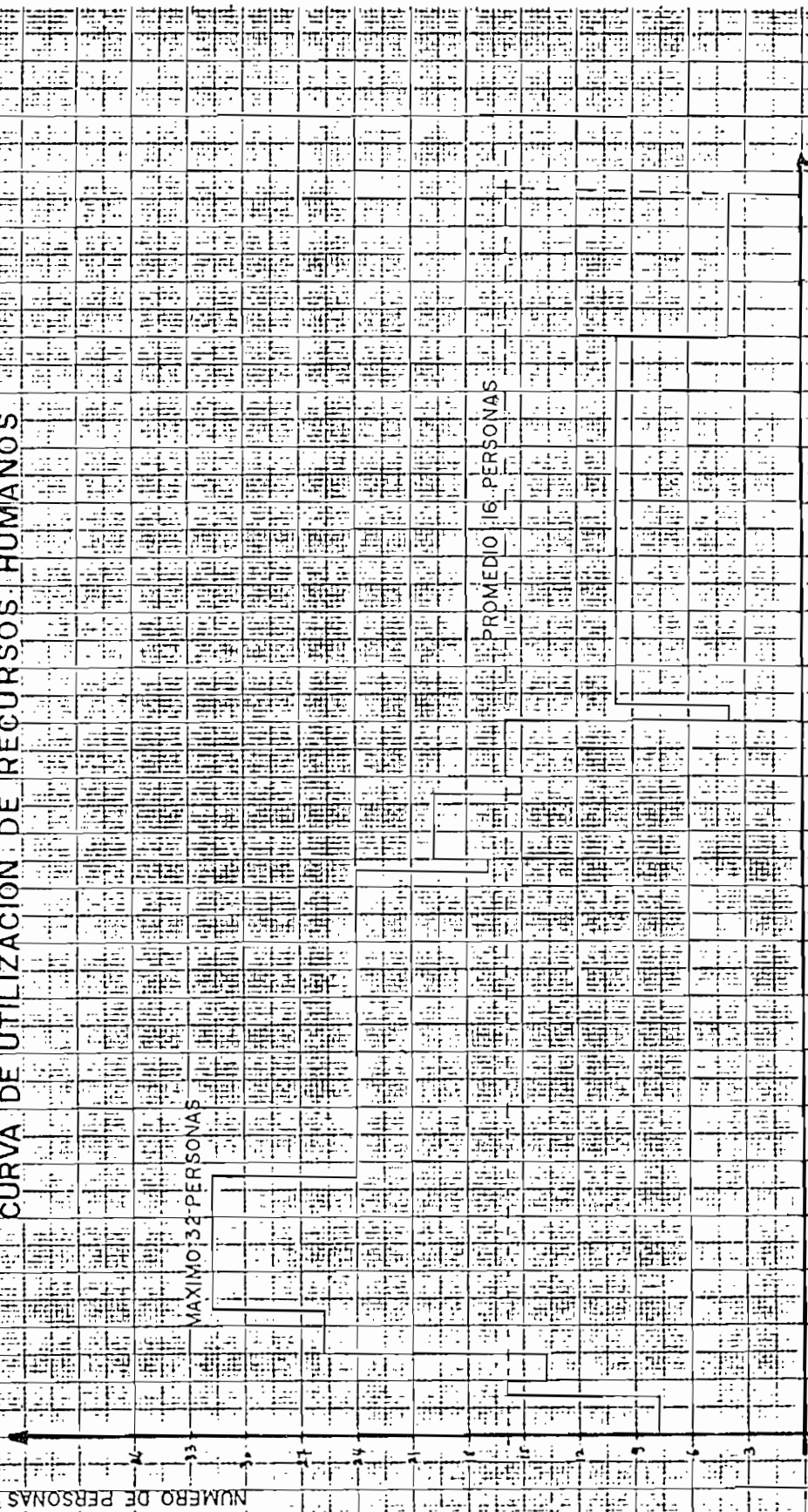


CUADRO Nº 4.11.a

ACTIVIDAD	Personal utilizado	Obra ejecutada	Tiempo ejecución (horas)	Obra	hora	hora	hora	hora	hora	hora	hora	hora
					hombre	personal liniero	ayudante	peón	dinamitero			
PRUEBAS	2 L	1	12	0.08	48	24 L	24					
	2 A				24 A							
	TOTAL	(HORAS LABORADAS)				1,440.2	1,862.2	8.631	380			
NOTA: L = liniero. A = ayudante. P = peón. D = dinamitero.												



GRAFICO N° 4.1.1  
CURVA DE UTILIZACION DE RECURSOS HUMANOS



MAXIMO: 32 PERSONAS

PROMEDIO: 16 PERSONAS

NUMERO DE DIAS LABORABLES

De los cuadros y gráfico citados se deduce lo siguiente:

1. El personal promedio utilizado en la obra es 16 hombres, lo cual concuerda con la realidad este personal se moviliza de acuerdo a la actividad.
2. Solamente entre los días 9 y 19 se interponen 5 actividades en donde se hace necesario tener hasta 32 personas distribuidas eficientemente.
3. Los rendimientos alcanzados en actividades de excavación y erección son bajas respecto del promedio del continente, la razón justificable es el trabajo en roca.
4. En el día 52 avo. el personal se reduce a cuatro que es el mínimo utilizado.

Para revestido de estructuras se utilizan apenas una semana, distribuyendo el trabajo entre los dos linieros y los dos ayudantes para armar 9 tipos de estructuras.

#### 4.12 Tendido del conductor:

El suelo de Galápagos es rocoso, siendo éste el inconveniente para arrastrar el conductor, peor aún si éste es a-

luminio cuya característica es la blandura, consecuentemente se lasca, destruyéndose las capas periféricas y disminuyendo la carga útil de trabajo.

Para el tendido se usa un portabobinas o un caballete apropiado, un freno para la bobina del conductor y un eje de hierro para sujetarla en el aire.

Al tender el conductor se debe cuidar que él no forme nudos perjudicando la resistencia mecánica y para evitar el arrastre por el suelo se emplean poleas especiales de gufa con la canaleta bien pulida para disminuir el rozamiento del conductor.

No disponiendo de estas poleas se aprovecha de la mano de obra barata y se lo lleva sobre el hombro, en los cambios de dirección se usa la garganta del aislador o con suficiente precaución una polea especial para guiar el conductor.

Una vez amarrado el extremo del conductor en la estructura de retención se vuelve a recoger el conductor hasta tenerlo suspendido totalmente, procediendo a tensarlo.

Las líneas en Galápagos están bajo condiciones de contaminación atmosférica o marina ya que se refiere a los depósitos salinos arrastrados por los vientos oceánicos; esta contaminación puede expresarse en términos de una neblina salina de tantos miligramos de cloruro de sodio por centímetro cuadrado de superficie, debido a que los componentes salinos son sales solubles de sodio, calcio y potasio, de características muy conductoras.

Cuando un aislador contaminado alcanza la temperatura ambiente o cuando la temperatura de la superficie del aislador es suficientemente baja, los elementos solubles contenidos en los depósitos son disueltos, formándose así ciertas trayectorias conductoras sobre su superficie.

La resistividad de estas diversas trayectorias, así como a lo largo de cada una de ellas es muy variada, pues no podría esperarse que la acumulación de depósitos ni que la condensación sobre el aislador fuese uniforme. Además las corrientes de fuga disipan calor que tiende a secar humedad, aumentando así la resistividad.

Puede suceder que en ciertos puntos de una trayectoria por la cual circula una corriente de fuga relativamente alta, la resistividad aumenta a un valor tal, que la caída de voltaje alcanza en ese punto la magnitud necesaria para producir la ionización del aire cercano. Esto da origen a pequeños arcos que se extienden sobre el aislador, llegando a producirse, eventualmente el contorneamiento de la unidad o la cadena con la consiguiente falla de la aislación.

Las perturbaciones producidas por efecto de la contaminación son:

- a. Gran corriente de fuga, provocando en muchos casos la operación de las protecciones.
- b. Perforación y rotura del aislador.
- c. Corrosión de partes metálicas del aislador.

- d. Incendio de crucetas o postes de madera.
- e. Radiointerferencia.
- f. Cortadura de conductores por efecto del arco.

Para comprobar el uso correcto del número de unidades de aisladores en zonas con contaminación se hace uso de la tabla de contaminación siguiente:

Tabla de Contaminación 4.12.1				
Clase	Contaminación	ClNa mg/cm <sup>2</sup>	Distancia de fuga cm/kv entre fases	
A	Atmósfera limpia	0.03	1.2	a 1.25
B	Poca contaminación	0.04	1.5	a 1.55
C	Contaminación moderada	0.06	1.9	a 2.0
D	Contaminación alta	0.12	2.5	a 2.6
E	Contaminación severa	0.3	3.0	a 3.2

Para Galápagos consideramos la contaminación alta, debido a que el porcentaje de neblina soluble es bastante bajo respecto a zonas como la costa ecuatoriana, además la contaminación industrial es nula.

Usaremos la fórmula:

$$N_c = \frac{V \times D_{fo}}{d \times d_f} \quad \text{en donde:} \quad (L 11)$$

$N_c$  = Número de aisladores mínimos requeridos por contaminación.

$V$  = Voltaje máximo de la línea entre fases (Kv).

$D_{fo}$  = Distancia de fuga para un cierto grado de contaminación en cm/Kv dado por la tabla de contami

nación 4.12.1

df = Distancia de fuga del tipo de aislador a usarse en cm.

$$d = \frac{3.92 \cdot b}{273 + T_a} \quad \text{en donde:} \quad (L 11)$$

d = densidad relativa del aire

b = Presión barométrica en cm de Hg.

T<sub>a</sub> = Temperatura ambiental en °C

T<sub>a</sub> = 35° C temperatura máxima no registrada

b = 76 cm de Hg a nivel del mar

$$d = \frac{3.92 \times 76}{273 + 35} = 0.97$$

V = 13.2 Kv

D<sub>fo</sub> = 2.5

df = 7" = 17.78 cm aislador ASA 52-1 suspensión

$$N_c = \frac{13.2 \times 2.5}{0.97 \times 17.78} = 1.9 \text{ unidades}$$

Por tanto deben usarse dos unidades de suspensión convencionales ASA 52-1.

Para encontrar la distancia de fuga del aislador PIN a usarse en estructuras tangentes se procede de la misma manera:

$$df = \frac{V_w \cdot d_{fo}}{d_r \cdot N_c}$$

N<sub>c</sub> = un aislador PIN standard



$$df = \frac{13.2 \times 2.5}{0.97 \times 1} = 34 \text{ cm} = 13.3 \text{ plg.}$$

Con la distancia de fuga 13.3 plg se hace necesario un aislador PIN ASA 56-2 convencional cuya distancia mínima es 17 plg.

En el gráfico 4.12.1 se presenta la variación de la contaminación con la distancia desde la playa hacia el interior.

En el gráfico 4.12.2 se da el diámetro promedio del aislador de suspensión que debe usarse para un cierto porcentaje de contaminación.

En el gráfico 4.12.3 para distintas contaminaciones de la tabla 4.12.1 se puede escoger el tipo de aislador en diámetro para la relación entre la distancia de fuga y el voltaje máximo permisible en el aislador.

#### 4.13 Templado y amarre del conductor:

Para determinar la flecha del vano promedio y la tensión de trabajo del elemento de retención es necesario hacer un análisis de las condiciones de servicio en el lugar de la obra, basándose en datos de Meteorología y suponiendo condiciones de trabajo muy críticas; el propósito del cálculo es comprobar y aplicar resultados para la recepción de una obra en Galápagos.

La ecuación del cambio de condiciones viene dada por la fórmula:

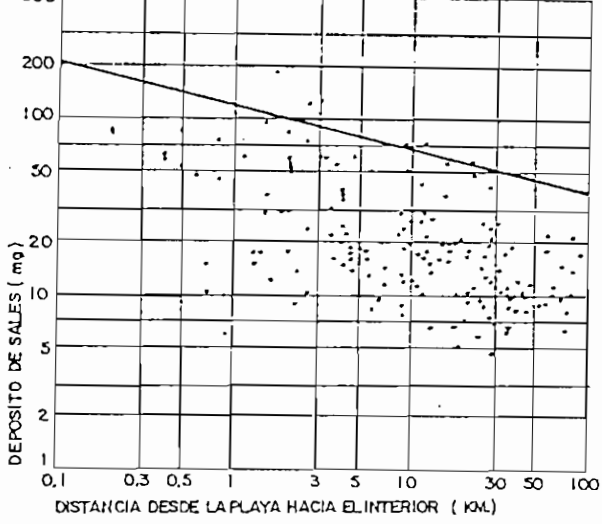


FIG. 4.12.1  
 RELACION ENTRE LA DISTANCIA DESDE LA PLAYA Y EL DEPOSITO DE SALES DEBIDO A LA ACCION DEL VIENTO

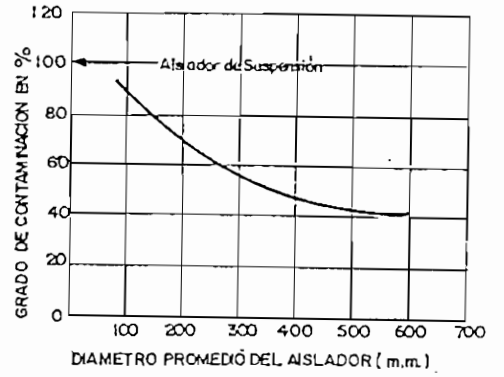


FIG. 4.12.2.  
 RELACION ENTRE LA FORMA Y TAMAÑO DEL AISLADOR Y EL GRADO DE CONTAMINACION

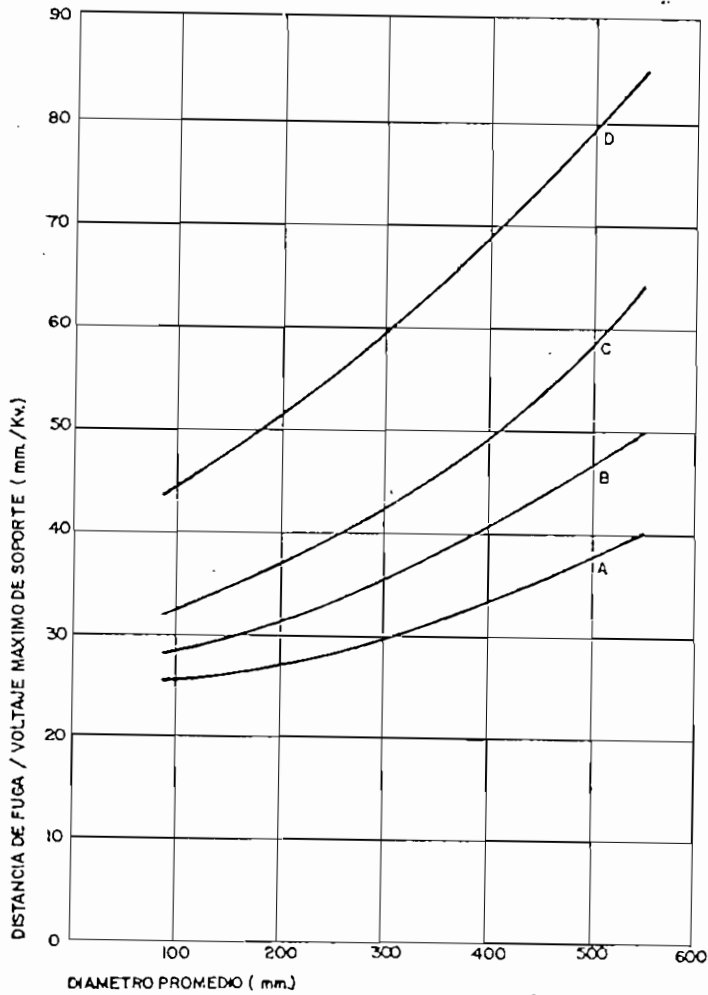


FIG. 4.12.3.  
 DIAMETRO PROMEDIO DEL AISLADOR RESPECTO A LA RELACION ENTRE LA DISTANCIA DE FUGA Y EL VOLTAJE SOPORTADO POR EL AISLADOR PARA VARIAS ZONAS DE CONTAMINACION SEGUN DETALLE FIG. 4.12.1

$$t_2^2 \left[ t_2 + \frac{\delta^2 \times 10^{-6}}{24 \lambda} \times \frac{a^2 M_1^2}{t_1^2} + \frac{\alpha}{\lambda} (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \right] = \frac{\delta^2 \times 10^{-6}}{24 \lambda} \times a^2 M_2^2$$

en donde:

$t_2$  = tensión en Kg/mm<sup>2</sup> (final)

$t_1$  = tensión en Kg/mm<sup>2</sup> (inicial)

$$K_1 = \frac{\delta^2 \times 10^{-6}}{24 \lambda} \quad y \quad K_2 = \frac{\alpha}{\lambda}$$

$\delta$  = Peso específico del conductor en gr/cm<sup>3</sup>

$$\lambda = \frac{l}{E}$$

$E$  = Módulo de elasticidad del conductor en kg/mm<sup>2</sup>.

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal del conductor en 1/°c

$a$  = Vano en mts..

$M_1$  = Coeficiente de sobrecarga (inicial)

$M_2$  = Coeficiente de sobrecarga (final)

$\theta_1$  = Temperatura ambiental (inicial) en °c

$\theta_2$  = Temperatura ambiental (final) en °c

Utilizando los coeficientes  $K_1$  y  $K_2$  la ecuación queda:

$$t_2^2 \left[ t_2 + K_1 \frac{a^2 M_1^2}{t_1^2} + K_2 (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \right] = K_1 a^2 M_2^2$$

Una vez obtenido  $t_2$  o tensión final se saca la Fuerza en Kg aplicada en el apoyo así:

$$T = t \times S \quad \text{en donde:}$$

$T$  = Tensión o fuerza del conductor en Kg.

$t$  = tensión final ó después del cambio de condiciones en Kg/mm<sup>2</sup>

S = Sección transversal del conductor en  $\text{mm}^2$

La flecha se calcula con la ecuación de la parábola

$$f = \frac{a^2 P}{8 T} \quad \text{siendo:}$$

f = flecha del conductor en mts

a = Vano en mts

P = peso y carga de un metro de conductor en Kg

Para el cálculo de los coeficientes de sobrecarga se considera únicamente la hipótesis de la sobrecarga debida al viento; la hipótesis del hielo por encontrarnos en el trópico y a alturas bajas es despreciada.

La presión horizontal del viento sobre el conductor viene dada por la fórmula:

$$p_v = 0,007 v^2 A. \quad \text{en donde:}$$

$p_v$  = Presión del viento en Kg

$v$  = Velocidad del viento en Km/hora

$A$  = Superficie normal al viento que presenta el conductor en  $\text{m}^2$

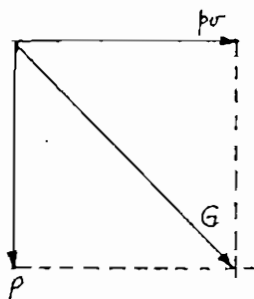
$$A = \phi \cdot L$$

$\phi$  = Diámetro del conductor en mts

$L$  = Longitud del vano del conductor en mts

Se considera que la superficie de ataque es plana sin embargo hay un coeficiente de corrección para superficies cilíndricas.

La relación de los coeficientes de sobrecarga, condición final, se obtiene de la solución de un par de fuerzas concurrentes en el mismo plano en el conductor considerado así:



$$G = M_2 \cdot p \Rightarrow$$

$$M_2 = \frac{\sqrt{p r^2 + p^2}}{p}$$

Conocidas todas las relaciones entre los parámetros de la fórmula del cambio de condiciones vamos a proceder a comprobar para un conductor y condiciones dadas, cuál será la flecha.

Partimos de la hipótesis de que la tensión máxima admisible para nuestro caso tiene un factor de seguridad 2.5

Las características del conductor son:

Aleación de aluminio 5005 AASC. 7 hilos

$$S = 21.2 \text{ mm}^2$$

$$\phi = 5.88 \text{ mm}$$

Resistencia a la rotura = 655 Kg

$$\text{Tensión máxima admisible} = \frac{655/21.2 \text{ Kg/mm}^2}{2.5} = 12.36 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

Peso por Km = 57.7 Kg

$$E = 6.450 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\alpha = 23 \times 10^{-6} / ^\circ \text{ c}$$

$$\rho = \frac{\text{peso}}{\text{volumen}} = \frac{57.7 \text{ g/m} \times 1 \text{ m}}{\pi \frac{(0.58)^2}{4} \text{ cm}^2 \times 10^2 \text{ cm}} = 2.12 \text{ g/cm}^3$$

Temperaturas ambientales máxima y mínima y velocidad máxima del viento según datos estadísticos.

$$T_{\max} = 33.4^{\circ} \text{ c}$$

$$T_{\min} = 11.7^{\circ} \text{ c}$$

Vviento

$$\max = 38.88 \text{ Km/hora}$$

Las condiciones extremas para el cálculo de cambios de condiciones son:

1. Velocidad del viento 40 Km/hora y temperatura  $25^{\circ} \text{ c}$  con un tensado igual a la máxima permisible.
2. Condición extrema V viento = 70 Km/hora y temperatura mínima =  $0^{\circ} \text{ c}$
3. Temperatura máxima  $50^{\circ} \text{ c}$  y V viento = 0 para el cálculo de la flecha.

Vano regulador a = 100 mts

Condición inicial

$$t_1 = 12.36 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\Theta_1 = 25^{\circ} \text{ c}$$

$$Vv_1 = 40 \text{ Km/hora}$$

$$pv = 0.007 (Vv)^2, A$$

$$pv_1 = 6.58 \text{ Kg}$$

$$pv_2 = 7 \times 10^{-3} (70)^2 \times 5.88 \times 10^{-3} \times 10^2$$

$$pv_1 = 7 \times 10^{-3} (40)^2 \times 5.88 \times 10^{-3} \times 10^2$$

$$pv_2 = 20.17 \text{ Kg}$$

Condición final

$$t_2 = ?$$

$$\Theta_2 = 0^{\circ} \text{ c}$$

$$Vv_2 = 70 \text{ Km/hora}$$

$$M_1 = \frac{\sqrt{6.58^2 + 5.77^2}}{5.77} = 1.516$$

$$M_2 = \frac{\sqrt{20.17^2 + 5.77^2}}{5.77} = 3.63$$

$$K_1 = \frac{2.12^2 \times 10^{-6}}{24 \times \frac{1}{6.450}} = 12 \times 10^{-4}$$

$$K_2 = \frac{23 \times 10^{-6}}{\frac{1}{6.450}} = 0.148$$

$$t_2^2 \left[ t_2 + 12 \times 10^{-4} \times \frac{10^4 (1.516)^2}{(12.36)^2} + 0.148 (0.25) - 12.36 \right] = 12 \times 10^{-4} \times 10^4 (3.63)^2$$

Efectuando operaciones y simplificando.

$$t_2^3 - 15.88 t_2^2 - 158.12 = 0 \quad \text{de donde:}$$

$$t_2 = 16.46 \text{ Kg/mm}^2$$

$$T_2 = 16.46 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \times 21.2 \text{ mm}^2$$

$$T = 348.95 \text{ Kg}$$

$$\text{Factor seguridad} = \frac{655}{348.95} \approx 1.8$$

Para la condición de flecha máxima tenemos:

$$t_1 = 12.36 \text{ Kg/mm}^2$$

$$t_2 = ?$$

$$\theta_1 = 25^\circ \text{ c}$$

$$2 = 50^\circ \text{ c}$$

$$V_1 = 40 \text{ Km/hora}$$

$$V_2 = 0$$

$$M_1 = 1.516$$

$$M_2 = 1$$

$$t_2^2 \left[ t_2 + 12 \times 10^{-4} \times \frac{10^4 (1.516)^2}{(12.36)^2} + 0.148 (50 - 25) - 12.36 \right] = 12$$

Realizando operaciones y simplificando:

$$t_2^3 - 8.48 t_2^2 - 12 = 0 \quad \text{de donde:}$$

$$t_2 = 8.64 \text{ Kg/mm}^2$$

$$T_2 = 8.64 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2} \times 21.2 \text{ mm}^2$$

$$T_2 = 138.17 \text{ Kg}$$

$$\text{Factor seguridad} = \frac{655}{138.17} \approx 3.6$$

$$f = \frac{10^4 \times 57.7 \times 10^{-3}}{8 \times 183.17} = 0.39 \text{ mts (máxima)}$$

Con estos resultados y ayudándose de un dinamómetro, termómetro ambiental, conocida la velocidad del viento se puede comprobar la flecha para la recepción de la obra.

En la práctica en líneas de Distribución la mejor guía para el tensado del conductor es una señal en el poste y el ojo liniero que está más acostumbrado al trabajo.

Para el tensado se usan "Come along" o ranas dependiendo del material del conductor y para el tensado un polípasto - traccionado por el personal de ayudantes.

Para amarrar la línea cuando es de aluminio o aleación de aluminio, en los sitios de apoyo sobre los aisladores se -



protege con cinta de armar, de aluminio suave y dimensiones apropiadas para formar el conductor en una longitud de más o menos 25 cm. A continuación con un alambre suave de aluminio de calibre apropiado se amarra el conductor usando el método "cruzado reforzado" y rematando a cada lado del conductor apoyado sobre la canaleta superior del aislador.

#### 4.14 Puesta a Tierra:

Dentro del contexto general de la construcción, es ésta faceta la más interesante por cuanto el suelo ofrece para la construcción de la puesta a tierra del sistema una tecnología completamente diferente a la aplicada en los métodos convencinnales. Aquí se aplican todos los métodos especiales para el mejorado de la puesta a tierra.

El punto de partida consiste en medir la resistividad del suelo, para la cual mediante el método de Wenner se utiliza un "Groundmeter" que tiene 4 electrodos que se instalan según gráfico 4.14.1.

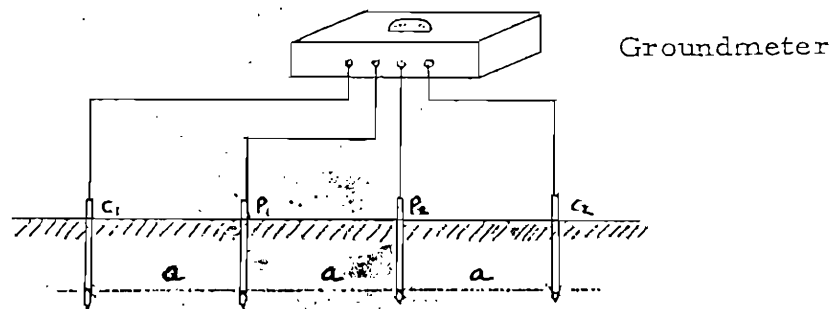


Gráfico 4.14.1

REMEDICION DE RESISTIVIDAD DEL SUELO

Los electrodos C1 y C2 son de corriente y los electrodos - P1 y P2 son de potencial. La distancia entre los electrodos es "a", entonces:

$$\rho = 2 \pi \times a \times R. \quad \text{donde:}$$

$\rho$  = Resistividad del suelo en  $\Omega \cdot m$ .  
 a = distancia entre electrodos en m.  
 R = Resistencia del suelo en  $\Omega$ .

Hay medidores que directamente dan la lectura de la resistencia del suelo en  $\Omega$ .

En el sitio donde se prevé la puesta a tierra se mide

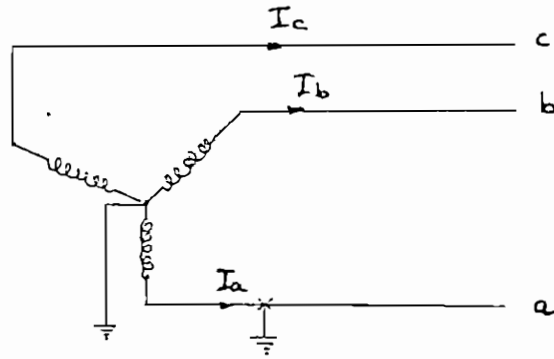
$$\begin{aligned} R &= 1.200 \Omega \text{ para una separación de electrodos} \\ a &= 1 \text{ m.} \\ \rho &= 6.28 \times 1.200 \Omega \cdot m. = 7.536 \Omega \cdot m. \end{aligned}$$

La resistividad del suelo puede considerarse para un manto rocoso uniforme formado exclusivamente de basalto de manera que la resistividad promedio inmediatamente debajo de la superficie es igual a  $\rho$ .

Para comprobar que los datos de diseño de la malla de tierra se ajusten a la realidad en la construcción se procede de la siguiente manera:

1. Calculamos la corriente de cortocircuito del sistema

a instalarse utilizando el método de las componentes simétricas para el caso de una falla fase-tierra, en el lado de alta del transformador de la subestación, - valor éste que es el más desfavorable, por tanto:



Se cumple que:

$$I_c = 0 \quad I_b = 0 \quad V_a = 0$$

$$I_{a1} = \frac{1}{3} ( I_a + a I_b + a^2 I_c ) = \frac{I_a}{3}$$

$$I_{a2} = \frac{1}{3} ( I_a + a^2 I_b + a I_c ) = \frac{I_a}{3}$$

$$I_{a0} = \frac{1}{3} ( I_a + I_b + I_c ) = \frac{I_a}{3} \quad \text{de donde:}$$

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} = \frac{I_a}{3}$$

Las ecuaciones de voltaje son:

$$V_{a1} = E_a - I_{a1} X_1$$

$$V_{a2} = - I_{a1} X_2$$

$$V_{a0} = - I_{a1} X_0$$

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} = 0$$

$$E_a - I_{a1} (X_1 + X_2 + X_0) = 0$$

$$I_{a1} = \frac{E_a}{X_1 + X_2 + X_0}$$

$$I_a = \frac{3 E_a}{X_1 + X_2 + X_0} \quad \text{en donde:}$$

$I_a$  = corriente de cortocircuito en p.u.

$E_a$  = voltaje máximo en p.u.

$X_1$  = Reactancia de secuencia positiva en p.u.

$X_2$  = Reactancia de secuencia negativa en p.u.

$X_0$  = Reactancia de secuencia cero en p.u.

No se consideran impedancias por ser el caso más desfavorable.

El diagrama unifilar del sistema considerado es:



en donde cada generador tiene iguales características y son:

$G_1$

$T_1$

Voltaje generación 0.24 KV

Relación transf. 0.24/13.2

Capacidad 125 KVA

Capacidad 300 KVA

G<sub>1</sub>T<sub>1</sub>

$$X_{g1} = X_{g2} = 0.2 \text{ p.u.}$$

$$X_{1r} = X_{2r} = X_{or} = 0.045 \text{ p.u.}$$

$$X_{g0} = 0.1 \text{ p.u.}$$

Conexión  $\Delta$   $Y_{\frac{1}{3}}$ Conexión  $Y_{\frac{1}{3}}$ 

La impedancia característica de los tres generadores en paralelo es:

$$X_{1g} = \frac{1}{3} X_{g1} = X_{2g} = 0.066 \text{ p.u.}$$

$$X_{0g} = \frac{1}{3} X_{g0} = 0.033 \text{ p.u.}$$

Luego las reactancias referidas a la base de 300 KVA es:

$$X_{1g} = 0.066 \times \frac{300}{125} = 0.158 = X_{2g}$$

$$X_{0g} = 0.033 \times \frac{300}{125} = 0.079$$

Las reactancias totales son:

X generador + X transformador

$$X_1 = X_2 = 0.158 + 0.045 = 0.203 \text{ p.u.}$$

$$X_0 = 0 + 0.045 = 0.045 \text{ p.u.}$$

Entonces la corriente de cortocircuito:

$$I_a = \frac{3 \times 1}{0.203 + 0.203 + 0.045} = 6.65 \text{ p.u.}$$

$$I_{\text{base}} = \frac{300 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 13.2} = 13.12$$

$$I_{\text{CC}} (\text{Amp}) = I_{\text{p.u.}} \times I_{\text{base}}$$

$$I_{\text{CC}} = 6.65 \times 13.12 = 87.25 \text{ Amp. en el lado de alta tensión.}$$

A continuación calculamos el área del conductor que se requiere para que circule la corriente de cortocircuito.

$$A = \frac{I_{\text{CC}}}{\sqrt{\frac{\log \left( \frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1 \right)}{33 \times t}}} \quad \text{en donde:}$$

A = sección del conductor en circular mil

$I_{\text{CC}}$  = corriente de falla en amperios

$T_m$  = temperatura máxima en los nudos de la malla

Se considera:

450° C para nudos soldados

250° C para nudos empernados

$T_a$  = temperatura ambiente en °C

t = tiempo de aplicación de la corriente (sg)

Así si consideramos:

$$T_m = 250^\circ \text{ C}$$

$$T_a = 50^\circ \text{ C}$$

$$t = 1 \text{ sg.}$$

$$A = \frac{87.25}{\sqrt{\frac{\log\left(\frac{250 - 50}{234 + 50} + 1\right)}{33 \times 1}}} = 1.051 \text{ C.M.}$$

Esta área corresponde a un conductor de cobre N° 20.

Por razones mecánicas se considera un conductor cableado N° 2/0 AWG como recomendable para puesta a tierra.

$$\text{Sección del conductor} = 86.9 \text{ mm}^2$$

$$\varnothing \text{ del conductor} = 10.52 \text{ mm.}$$

La longitud de la malla se calcula con la fórmula:

$$L = \frac{K_m \times K_i \times \mathcal{P} \times I \times \sqrt{t}}{165 + 0.25 \mathcal{P}_s} \quad \text{en donde:}$$

L = longitud de la malla de tierra (mts).

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln\left(\frac{D^2}{16 h d}\right) + \frac{1}{\pi} \ln\left(\frac{3}{4}\right) \left(\frac{5}{6}\right) \left(\frac{7}{8}\right) \dots (n-2)$$

factores.

- $n$  = # de conductores en paralelo en una misma dirección.  
 $D$  = espaciamiento entre conductores (mts)  
 $h$  = profundidad de la malla (mts)  
 $d$  =  $\phi$  del conductor (mts)  
 $K_i$  = factor de conexión de irregularidades  
 $K_i$  =  $0.65 + 0.17 n$   
 $\rho$  = resistividad promedio del suelo =  $\rho_s$   
 $\rho_s$  = resistividad promedio inmediatamente bajo la superficie =  $\rho$ .  
 $I$  = corriente de falla en amperios  
 $t$  = duración de la corriente de falla (sg)

Si consideramos que:

- $D$  = 2 mts.  
 $h$  = 0.3 mts.  
 $d$  =  $\phi = 10.52 \times 10^{-3}$  mts.  
 $n$  = 16  
 $K_i$  =  $0.65 + 0.17 \times 16 = 3.37$   
 $\rho$  =  $7.536 \Omega \cdot m.$  =  $\rho_s$   
 $t$  = 1 seg.



$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{4 \times 10^3}{16 \times 0.3 \times 10.52} + \frac{1}{\pi} \ln \left( \frac{3}{4} \right) \left( \frac{5}{6} \right) \left( \frac{7}{8} \right) \dots$$

$$\dots \left( \frac{27}{28} \right) \left( \frac{29}{30} \right)$$

$$K_m = 0.3$$

$$L = \frac{0.3 \times 3.37 \times 7.536 \times 87.25 \times 1}{165 + 0.25 \times 7.536}$$

$$L = 324.4 \text{ mts.}$$

La longitud real es:

Para una configuración cuadrada

$$L_R = 2 (n-1) n \times D$$

$$L_R = 960 \text{ mts.}$$

Consecuentemente la malla está óptima en longitud estimada.

Para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra consideramos un círculo de radio  $r$  de área equivalente a la de la malla, entonces:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad \text{en donde}$$

$$r = \text{radio equivalente}$$

$$A = \text{Area total de la malla}$$

$$r = \sqrt{\frac{900 \text{ m}^2}{3.14}} = 16.9 \text{ mts.}$$

$$R_{pt} = \frac{\rho}{4\pi r} + \frac{\rho}{L} \quad \text{siendo :}$$

$R_{pt}$  = Resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$\rho$  = Resistividad del suelo = 7.536  $\Omega \cdot \text{m}$

$L$  = Longitud de la malla = 960 mts.

$r$  = Radio de una plancha de acero que tiene la misma área de la malla.

$$R_{pt} = \frac{7.536}{4\pi \times 16.9} + \frac{7.536}{960} = 43.33 \Omega$$

El incremento de potencial en la malla es:

$$E = 43.33 \Omega \times 87.25 \text{ Amp.} = 3.780 \text{ Voltios}$$

El potencial de contacto en la malla diseñada viene dado por:

$$E_c = K_m \times K_i \times \rho \times \frac{I}{L}$$

$$E_c = 0.3 \times 3.37 \times 7.536 \times \frac{87.25}{960} = 692 \text{ voltios}$$

El potencial de contacto tolerable viene dado por:

$$E_{ct} = \frac{165 + 0.25 \rho_s}{\sqrt{t}} = \frac{165 + 0.25 \times 7.536}{1} = 2.049 \text{ voltios}$$

$E_{ct} > E_c$ , esto indica que una persona sobre la superficie del terreno, puede soportar una tensión 3 veces menor que la máxima permisible, en su cuerpo a través de la resistencia del mismo, según figura 4.14.2.

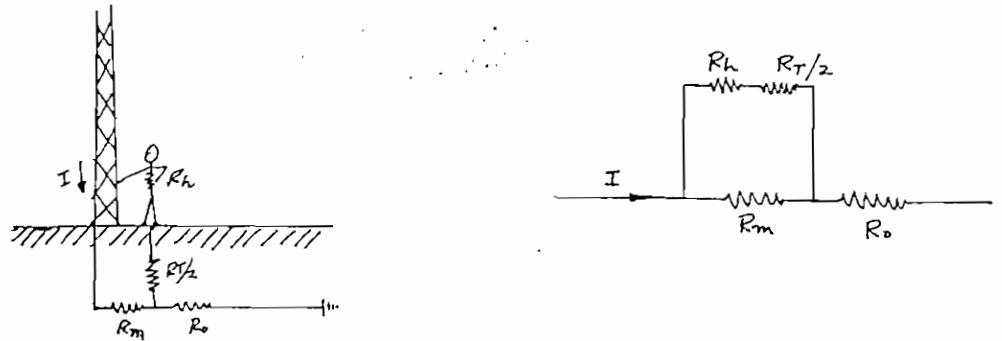


Fig. 4.14.2

La tensión de paso de diseño es:

$$E_p = K_s \times K_i \times f \times \frac{I}{L} \quad \text{en donde:}$$

$E_p$  = potencial de paso en la malla en voltios

$$K_s = \frac{1}{2\sqrt{n}} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \dots \right. \\ \left. \dots + n \text{ términos.} \right]$$

$$K_s = \frac{1}{2\sqrt{n}} \left[ \frac{1}{2 \times 0.3} + \frac{1}{2+0.3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \dots + \frac{1}{30} \right] = 0.52$$

$$E_p = 0.52 \times 3.37 \times 7.536 \times \frac{87.25}{960} = 1.200 \text{ voltios}$$

La tensión de paso tolerable es:

$$E_{pt} = 165 + \frac{I_s}{\sqrt{t}} = 165 + 7.536 = 7.701 \text{ voltios}$$

$E_{pt} > E_p$ , esto significa que para la tensión de paso calculada, la tensión de paso tolerable es 6 veces menor que la máxima permisible por el cuerpo humano, ver figura 4.14.3 .

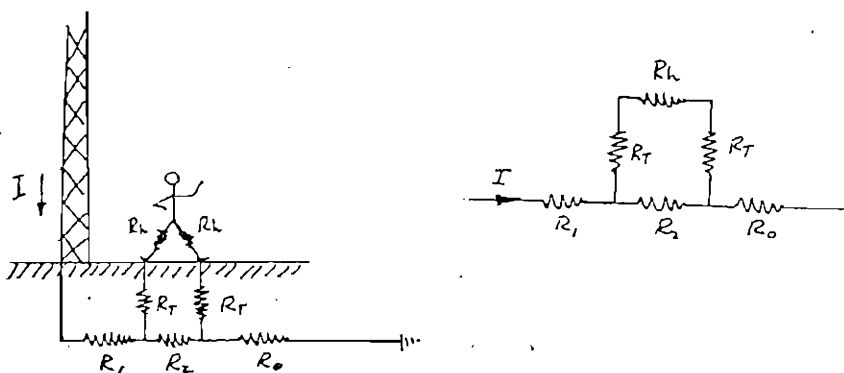


Fig. 4.14.3

Las normas VDE limitan la tensión de paso en los pies de una persona hasta 90 Voltios y la de contacto no mayor de 60 Voltios, pues pasados estos valores, ya se presenta la fibrilación ventricular.

Para el caso de la puesta a tierra de las estructuras de la línea, que en este caso es monofásica con retorno con hilo neutro, número 4 AWG y con una potencia de transmisión máxima de 80 kilovatios, por la alta

resistividad del suelo, se obtiene una puesta a tierra del orden de 3.000 Ohm., de acuerdo a la fórmula:

$$R = \frac{\rho}{2 L} \left( \ln \frac{4L}{d} - 1 \right) = \frac{7.5 \times 10^5}{6.28 \times 243.84} \ln \dots$$

$$\frac{4 \times 243.84}{1.58} - 1 = 2.667 \Omega, \text{ lo que ha-}$$

ce necesario utilizar un conductor de cobre para contrapeso.

Considerando que la resistividad del suelo es bastante alto, que el conductor de la malla es caro respecto al necesario y que la longitud prevista es 3 veces la calculada, se debe mejorar la puesta a tierra usando sales solubles conductoras para reducir el alto costo de la malla de tierra.

El mejor método de mejorar la conductividad del suelo es usando bentonita que es geológicamente un mineral puro de arcilla; su composición tipo húngara es:

Montmorillonita .....	77%
Ilita .....	10%
Cuarzo .....	8%
Caolín .....	5%

La bentonita tiene la propiedad de absorber diversas substancias especialmente agua, siendo ésta la más importante y útil, la facilidad intercrystalina de dilatación.

Otra propiedad de este componente es la permeabilidad de los poros y espacios intercristalinos. Con la absorción de agua cambia el volumen y la forma exterior de las partículas. Este aumento de volumen disminuye la permeabilidad de los poros de modo que se retiene la humedad por la estructura cristalina formada.

Las partículas de los componentes de la bentonita tienen generalmente tamaños inferiores a 500  $m\mu$ , considerándose como coloides naturales, alcanzando grandes superficies exteriores de las partículas. Estas superficies son la base de la gran energía de absorción y adhesión de las bentonitas.

Por otro lado, la gran facilidad de intercambio de iones entre capas hacen de la bentonita comparativamente con la mayoría de los suelos, buena conductora de la electricidad.

Las bentonitas se dividen en alcalinas y terreoalcalinas, las primeras más apropiadas para objetivos eléctricos aunque; las segundas son más frecuentes en la naturaleza.

Un método sencillo para transformar las bentonitas cálcicas en sódicas consiste en agregar a la solución de bentonita un 5 % de carbonato de sodio, así la bentonita sódica formada tendrá mayores propiedades eléctricas, mayor capacidad de absorción de agua y un valor de pH mayor sobre las bentonitas cálcicas, lo cual favorece la existencia de un ambiente suficientemente alcalino como para evitar riesgos de corrosión en el caso de electrodos de hierro; especialmente

en terrenos ácidos.

Básicamente el uso de bentonita es para difundirla a través de grietas naturales o artificiales, para formar una gran superficie conductora de la electricidad.

En sitios en los que no hay grietas naturales, se debe producir las artificialmente mediante explosivos de una potencia mediana para no afectar la resistencia mecánica de la roca; con la onda de choque producida se logran fisuras capilares extensas en la zona sometida a éstas fuerzas.

Cuando la puesta a tierra necesita más de un electrodo, se hace otras perforaciones a una distancia menor que la profundidad a la que se pone el electrodo.

Una vez realizada la explosión queda lista la perforación para ubicar los electrodos de tierra. Sin embargo, la resistividad del terreno empeora momentáneamente debido a que el gran desarrollo de calor y presión de gases que se producen durante la explosión, es desplazada el agua contenida en las vesículas de la roca en los alrededores de la perforación. La humedad se recupera lentamente por filtración al cabo de algunas horas.

Esta situación se aprovecha para inyectar la bentonita y mejorar la resistividad del suelo rocoso. Si la cantidad de bentonita introducida es menor de  $0.5 \text{ m}^3$  por electrodo, se efectúa un nuevo disparo para que la bentonita se deslice

en las filtraciones.

Cuando por efecto de la explosión se abre una grieta demasiado grande, se rellena previamente con cemento y si persiste se busca otro sitio menos profundo.

Después de algunos días es aconsejable rellenar con más bentonita, puesto que la solución se encoge.

Al introducir el electrodo éste queda protegido de la corrosión por la acción alcalina de la bentonita.

El electrodo se une con el cable de puesta a tierra con un conector de cobre después de haber conectado todas las estructuras metálicas de la subestación, neutro del transformador, pararrayos, etc.

Al cabo de algunos días se vuelve a medir la resistividad mejorada para comprobar con los valores establecidos en el diseño y modificados en la construcción.

Para este trabajo se dispone de un transformador de distribución, un voltímetro de alta resistencia, un amperímetro y 3 electrodos, tal como puede verse en la fig. 4.12.2.

El electrodo  $C_1$  corresponde a la puesta a tierra que se quiere comprobar; el electrodo  $C_2$  es fijo y se coloca a 5-6, 10 veces la máxima distancia de la diagonal de la malla de tierra o a 30 mts. del electrodo de tierra.



## COMPROBACION DE LA PUESTA A TIERRA

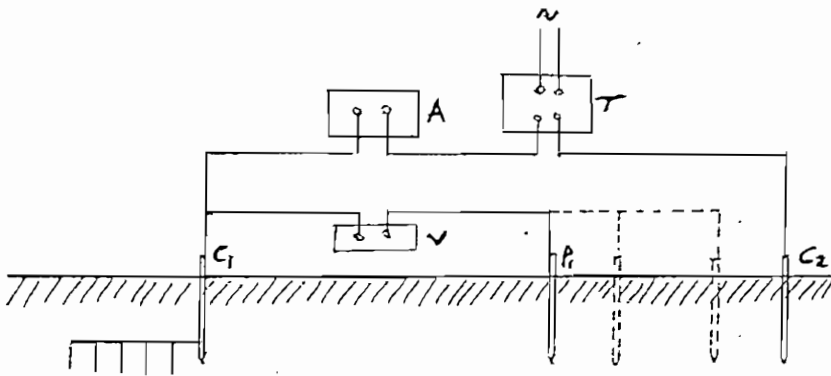


Figura 4.12.2

toma de  
tierra de prueba

El electrodo P<sub>1</sub> es móvil entre C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>.

Se toman lecturas de voltios y amperios para distintas distancias entre C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> del electrodo móvil P<sub>1</sub> y se grafica la relación  $V/I = R$ , dando una curva en cuyo primer punto de inflexión se localiza el valor de la resistencia buscada.

Los objetivos de una puesta a tierra pueden resumirse en:

- a) Establecer valores adecuadamente bajos de los voltajes entre fases y tierra durante fallas en los sistemas de transmisión.
- b) Proporcionar una vía de baja impedancia de falla lo más económica posible para lograr una rápida operación de los elementos de protección.
- c) Conducir a tierra las corrientes provenientes de descargas atmosféricas, limitando los voltajes producidos en instalaciones eléctricas y evitando la producción de

efectos secundarios tales como arcos que conduzcan a la desconexión de las instalaciones.

- d) Evitar voltajes peligrosos entre estructuras, equipos, etc.
- e) Seguridad de las personas que laboran o transitan en instalaciones energizadas.

La seguridad del personal es la más importante de las premisas que se consideran en el cálculo de una puesta a tierra.

Para asegurar la vida de las personas en las subestaciones en donde la resistividad del suelo es baja, se rellena éste con ripio para aumentar la resistencia específica de tierra o sea entre la malla y la superficie de contacto de las personas que operan o maniobran el equipo en la subestación.

En el caso de Galápagos, puesto que  $f = f_s$ , o sea la resistividad del suelo aparente del suelo se considera igual que la resistividad inmediatamente bajo la superficie, no necesita mejorarse la resistencia específica del piso.

De esta manera la resistencia de tierra siempre es un valor alto inmediatamente sobre la malla, alcanzándose valores superiores a 3.000 Ohm/mts, para tener asegurado un bajo potencial en el piso de la subestación; este potencial no debe exceder de 150 voltios. Los datos obtenidos en el diseño son confiables cuando alcanzan valores menores -

que el calculado.

De los resultados obtenidos de la puesta a tierra en manto rocoso se sacan valores recomendables para usarlos de referencia en la zona rocosa que se presenta en el territorio continental, especialmente en centrales subterráneas.

A manera de información ENDESA de Chile en el año 1971 realizó experiencias y los llevó al campo de la práctica en la línea de transmisión a 220 KV entre la Central El Toro y la S/E Charrua, especialmente en la región cordillerana, en donde se usó bentonita para mejoramiento de la resistividad del suelo, alcanzándose resultados satisfactorios en la mejora de la puesta a tierra.

#### 4.15 Transformadores y luminarias .-

Esta labor podemos dividirla en dos partes: la instalación de transformadores de distribución y la instalación de subestaciones de elevación y/o reducción.

- a) En la instalación de los transformadores de distribución se deben tomar las siguientes precauciones:
  1. Asegurar la izada del transformador a la cruceta con cabo de manila para la ubicación de la polea; en el tanque del transformador colocan un anillo preformado para balancear el peso del transformador.

2. Debe usarse un polipasto de 6 vías para que el personal pueda trabajar con facilidad y mejor rendimiento, el cabo corredor debe ser de nylon.
3. Al izar el transformador este debe subir por la parte de atrás del bastidor de baja tensión para evitar daños en la red.
4. Se usa un viento apropiado para evitar que los bushings o el tanque de golpeen con un elemento de la estructura.
5. Mantener el personal necesario con un capataz que dirija la obra y tome las medidas de seguridad para el personal.

Una vez el transformador en el sitio se colocan las abrazaderas de sujeción; se procede a realizar las conexiones de alta tensión con las protecciones necesarias como ser pararrayos y seccionador; igualmente en baja tensión guardando la estética se hacen chicotes de cable aislado para conectar a la red de distribución. El pararrayo y la carcasa del transformador así como el bushing neutral deben ir conectados sólidamente a la puesta a tierra.

En baja tensión se deben poner los cables de bajada a través de una caja fusible con cartuchos de alta capacidad para evitar la producción de arcos.

Las conexiones a la red deben ser hechas con conectores de perno por la facilidad de cambiar el calibre del conductor; todas las conexiones deben ser recubiertas con grasa vegetal o pasta compound, para evitar la corrosión por contaminación.

- b) En las subestaciones de elevación o reducción al final de la línea se procede con más facilidad, tratando de poner las protecciones en un pórtico calculado para el efecto. El transformador debe ubicarlo en lo posible en un sitio donde haya flujo de corrientes de aire para que enfrie el transformador.

Las conexiones de baja tensión deben ser subterráneas con cable de protección para la humedad. Los bushings de baja tensión deben ser envueltos con cinta aislante para evitar las filtraciones de humedad dentro del conductor, especialmente de sales provenientes del aire salino del mar. La puesta a tierra del neutro del transformador debe realizarse con cable aislado para mejor protección del personal en la subestación.

Previo a la instalación de todos los transformadores, se deben realizar pruebas de rigor como la resistencia eléctrica del aislamiento. Se utiliza un megohmetro y se conecta entre sí los terminales de alta tensión y se mide la resistencia del aislamiento; igual se procede con los terminales de baja tensión; luego conectados los terminales de baja tensión y alta tensión se mide el aislamiento del transforma-

dor. Si las lecturas son iguales o superiores a las dadas por el fabricante, se considera que el aislamiento es satisfactorio.

Además si mientras se calienta el transformador con carga, se toma una serie de medidas de resistencia de aislamiento y éstas lecturas tienden a disminuir, significa que el aislamiento está húmedo, procediendo a secarlo, labor muy difícil en Galápagos por la falta de equipo y herramientas apropiados. Si las lecturas permanecen constantes con el incremento de temperatura el aislamiento está seco y es aceptable.

Si la lectura del aislamiento es cero significa que hay algún cortocircuito entre espiras o a tierra, según el lado donde aparezca este valor, se procede a reclamar o separar dicho transformador.

Las pruebas del dieléctrico en el aceite aislante deben realizarse antes de llevar los transformadores a Galápagos, especialmente en aquellos que exteriormente presenten manchas de aceite y/o golpes en la carcasa.

Se utiliza un probador de dieléctrico. La muestra se aloja en el recipiente de prueba; se sumergen en el aceite 2 electrodos separados entre sí la distancia que las normas de prueba indiquen; se eleva el potencial en los electrodos hasta que se produzca una descarga eléctrica entre ellos; el valor del potencial en KV registrado en ese momento se -

compara con las tablas respectivas y si su valor esta muy por debajo del normalizado el aceite debe cambiarse. Se acepta un 10% de variación.

Para la instalación de luminarias se deben diferenciar el tipo . para adoptar un criterio apropiado para su instalación eficiente y segura.

La más dificultosa resulta ser la lámpara de vapor de mercurio con balastro incorporado puesto que el peso se concentra en el extremo, dificultando la maniobra por el momento negativo producido.

Previamente se chequean las instalaciones defectuosas visibles y se cambian los alambres que presenten rotura del - aislamiento.

Para el montaje se debe cuidar de no golpear la luminaria ya que puede romperse algún elemento del balastro impi--diendo obtener resultados satisfactorios en la puesta en servicio.

La conexión a la red se hace mediante fusibles intercalados en las fases para detectar cualquier falla en cada lámpara.

Todas las luminarias se conectan al hilo piloto, el cual es energizado por un relay y con control fotoeléctrico apropiado.

Para el caso de un daño en la fotocélula y para operación manual se instalan seccionadores de cuchilla con un fusible general.

Para control del encendido del alumbrado público, se instalan los relay en cascada de manera que las luminarias van prendiéndose paulatinamente, absorbiendo carga en igual forma.

Puede usarse también un sistema independiente con relay y fotocélula incorporados, temporizando los contactos bimetálicos de las fotocélulas para evitar la absorción simultánea de carga.

#### 4.16 Pruebas mecánicas y eléctricas .-

Una vez concluida una obra se hace indispensable una prueba de suficiencia para la puesta en servicio.

##### 4.16.1 Pruebas mecánicas .-

Se concretan a lo siguiente:

1. Deflección de los postes terminales y tensados de los cables tensores, utilizamos un dinamómetro.
2. Medida de la longitud cedida de las varillas de anclaje. Se acepta una holgura de 2 cmts.
3. Comprobación de la flecha máxima a la temperatu-



ra ambiente el día de la prueba, especialmente en vanos críticos.

4. Análisis visual del cimentado de los postes para encontrar posibles fisuras o desmoronamientos.
5. Localización de posibles torsiones de estructuras sometidas a tensiones desequilibradas en los elementos soportantes.
6. Deslizamiento del cable tensor en las grapas de retensión. En este caso se vuelve a tensar y re-ajustar los pernos de sujeción.
7. Visualización de posible fisuras en postes ubicados en puntos de inflexión.

Dependiendo de la prueba de recepción se presentan - por escrito las novedades para proceder a rectificarlas.

#### 4.16.2 Pruebas eléctricas .-

1. Antes de conectar transformadores, luminarias y acometidas, se prueba la resistencia del aislamiento, mediante un "megger", la recepción se hace - cuando la resistencia es infinita o del orden de megaohmios. Cuando la resistencia es baja es posible que haya un aislador roto o un alambre cortocircuitando una línea.

Cuando la falla persiste, se desconectan los puentes aéreos y el hilo neutro, localizando la falla - más rápidamente.

2. Recibidas a satisfacción las redes y las líneas, se procede a revisar posibles obstáculos peligrosos como ser: ramas de árboles, palmeras, etc, que pueden obstaculizar en la energización de la línea o la red.
3. Desconectados los seccionadores de los transformadores se energiza en vacío para probar el circuito de alta tensión. Se conectan los transformadores y se vuelve a energizar, registrándose un consumo muy pequeño debido a la corriente de magnetiza--ción.
4. Para probar con carga se energizan los relay para encender el alumbrado público. En las luminarias que no encienden se revisa el fusible y si - persiste el daño se revisan los balastros.

Si no hay novedades se reciben eléctricamente a satisfacción las obras concluídas, iniciándose la instalación de las acometidas.

Terminadas las acometidas nuevamente se prueba el balanceo de los circuitos de baja tensión.

Para el efecto se utiliza un voltamperímetro de pinzas para registros de cargas en los transformadores de distribución; si las cargas están desbalanceadas se transfiere carga entre circuitos para mejorar este defecto.

En la identificación de una red de distribución se enumera los postes y transformadores y se dibujan en una planimetría de la población, diferenciando circuitos de baja tensión con colores al igual que los alimentadores primarios para tener una ubicación precisa de la red construída. También se identifican los sitios de puesta a tierra.

## CAPITULO V

### PRESUPUESTO .-

#### 5.1 Presupuesto de las Obras .-

El presupuesto de una obra en general reviste importancia especialmente cuando los costos se ajustan a la realidad y dan una pauta bastante realística de una inversión, con el propósito de asignar fondos presupuestarios o solicitar financiación a las entidades crediticias.

Para tener una idea más precisa desarrollaremos el presupuesto para la red de distribución de Bellavista, línea de subtransmisión Bellavista-Puerto Ayora y la red de distribución de Puerto Ayora y compararemos con los costos reales para tener una visión más clara del presupuesto.

Se pone en consideración el costo de materiales, mano de obra, cuyo análisis se presenta en el punto 5.3, herramientas utilizadas y su vida útil para efectos de depreciación, costo aplicado al proyecto de un vehículo asignado para movilización y transporte de equipo y herramientas, análisis del rubro de imprevistos que para el caso de Galápagos debe ser mínimo, por la dificultad de improvisar en un lugar que carece de todo; transporte de personal y materiales al sitio del proyecto.

Los índices adoptados para costos unitarios referentes a un vehículo nuevo asignado para varios proyectos y las herramientas utilizadas en igual forma, han sido sacados de ex

perencias del personal que labora en el Departamento de Líneas y Redes de INECEL y son:

- a) Costo de vehículo incluido operación, mantenimiento, respuestos, depreciación, intereses durante el tiempo de vida útil, 7.000 horas laborables: \$/ 90,00/hora.
- b) Costo de herramientas nuevas adquiridas en el mercado local para dos cuadrillas con una vida útil de 5.000 horas laborables: \$/30,00/hora.

El tiempo de ejecución de la obra es 90.5 días laborables que dan aproximadamente 720 horas laborables, entonces:

$$\text{costo herramienta} = \$/30/\text{hora} \times 720 \text{ horas} = \$/ 21.600$$

$$\text{costo vehículo} = 90/\text{hora} \times 720 \text{ horas} = 64.800$$

El costo de la mano de obra se obtiene del análisis del punto 5.3 y los costos de administración del punto 5.2.

Para el caso del Proyecto mencionado el presupuesto presentado a consideración fue el siguiente:

Materiales	\$/ 1'271.552
Herramientas	42.980
Vehículo	144.750
Mano de obra	330.348

Dirección técnica	₡	108.885
Transporte del personal		21.600
Transporte de materiales		100.000
Administración		127.155
Imprevistos		101.724
		<hr/>
TOTAL	₡	2'248.994

Con este presupuesto el costo estimado por poste es:

$$\text{Costo unitario} = \frac{2'248.994}{267 \text{ postes}} = 8.423 \text{ sucres/poste}$$

Los valores presentados como presupuesto difieren notablemente en la realidad, ya que cuando fueron realizados no se conocían detalles inherentes al desenvolvimiento del trabajo.

Con este antecedente se hace indispensable preparar específicamente para futuras obras un presupuesto más acorde a la realidad, tomando como base el informe presentado de la obra ya concluída a la que hago referencia.

Para fines de presupuesto a continuación presento en el cuadro 5.1.a., un detalle de los costos unitarios por actividad y estructuras para la obra concluída.

COSTOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA POR ESTRUCTURA

ACTIVIDAD	Red Puerto Ayora		Red Bellavista		Línea Puerto Ayora-Bellavista		Gran Total
	cantidad	Unitar. Total	cantidad	Unitario Total	cantidad	unitario Total	
Huecos para postes	156	400 62.400	23	400 9.200	47	420 19.740	91.340
Huecos para tensores	57	300 17.100	11	300 3.300	12	320 3.840	24.240
Parada postes, relleno, compactación, hormigón ciclopeo	156	375 58.500	23	375 8.625	47	400 18.800	85.925
Puesta anclajes, relleno, compacto horg. ciclopeo.	57	375 21.375	11	375 4.125	12	375 4.500	30.000
Armado de tensores	69	30 2.070	12	30 360	12	35 420	2.850
Regado de postes	156	120 18.720	23	300 6.900	47	350 16.450	42.070
Armado de estructuras SC	34	80 2.720					2.720
SU	19	30 570	4	30 120	42	30 1.260	1.950
RU	9	40 360	3	40 120	10	40 400	880
RC	4	110 440					440
RRC	3	130 390					390
AC	3	150 450					450
AU	1	30 30					30
DS4	140	60 8.400	23	60 1.380			9.780
DRR4	14	80 1.120					1.120
Montaje transformador, acc-	9	500 4.500	1	500 500			5.000
Montaje luminarias	136	25 3.400	22	25 550			3.950
Montaje control, alumbrado	9	15 135	1	15 15			150
Puesta a tierra	10	50 500	2	50 100	4	52 208	808
Tendido conductor #4, alta y baja tensión	5.370	5.3 28.461					28.461
Tendido conductor #2 baja T.	3.690	3.3 12.177					12.177
Tendido conductor #6 baja T.	9.195	3.3 30.343	1.680	3.4 5.712			36.055
Tendido conductor #4 baja T.			1.980	2.5 4.950			5.950
Tendido conductor #4 alta T.					11.660	2.8 32.648	32.648
			Total Mano de Obra				84.18.384

5.2 Costos de Administración .-

Las horas calendario contenidas en un mes referido a un año de 365 días son:

$$H = \frac{365 \text{ días / año}}{12 \text{ meses/año}} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} = 243,33 \text{ Horas/mes}$$

Para encontrar la relación entre horas calendario y laborales procedemos de la siguiente forma:

1 año se considera que tiene 365 días calendario

De estos 365 días se pierde por:

Domingos en el año	52 días
Sábados en el año	52
Fiestas patrias	10
Vacaciones	30
Enfermedad y otros	<u>10</u>
Total días perdidos	154 días

Días laborables igual = 365 - 154 = 211 días/año

$$\text{Relación} = \frac{\text{días calendario}}{\text{días laborables}} = \frac{365}{211} = 1.73$$



De igual manera de los 365 días al año que se recibe remuneración adicionalmente se gana debido a beneficios sociales:

Décimo tercer sueldo	30 días
Décimo cuarto sueldo	30
Seguro Social	30
Vacaciones	30
Compensación *	30

\* para sueldos menores de 5.000 sucres.

Días pagados igual  $365 + 150 = 515$  días/año

$$\text{Relación días pagados/días laborados} = \frac{515}{211} = 2.44$$

Este índice para casos de empleados públicos de sueldo mensual promedio inferior a 5.000.

Haciendo el mismo análisis para una empresa privada las relaciones son:

R1 = 1.87 para sueldos mayores de 5.000

R2 = 1,98 para sueldos menores de 5.000

Además para el caso expuesto se considera que el contratista dedica una hora diaria promedio para un proyecto es

pecífico y puesto que administrativamente se estima la obra en 4 meses, por tanto las horas proyecto son:

$$H_p = \frac{252 \text{ días laborables/año}}{12 \text{ mes/año}} \times 4 \frac{\text{mes}}{\text{Proy.}} = 84 \text{ Horas/Proy.}$$

El personal que dedica su trabajo al proyecto consiste de - un ingeniero, un ayudante, una secretaria, un contador con sueldos nominales de \$/20.000, \$/ 8.000, \$/3.500, y \$/3.500 respectivamente.

Para encontrar el costo unitario por personal se procede como sigue:

	S. Nominal		Relación	Sucres	Hors/mes
1 Ing.	20.000	x	1.87	= 37.400	÷ 243.3 =
1 Ayu.	8.000	x	1.87	= 14.960	÷ 243.3 =
1 Sect.	3.500	x	1.98	= 6.930	÷ 243.3 =
1 Cont.	3.500	x	1.98	= 6.930	÷ 243.3 =
	\$/ /horas		hora/Proy.		\$/Proyecto
1 Ing.	153.7	x	84	=	12.910
1 Ayu.	61.5	x	84	=	5.166
1 Sectr!	28.5	x	84	=	2.394
1 Cont.	28.5	x	84	=	2.394
			TOTAL		<u>\$/ 22.864</u>

Por otro lado los gastos de oficina se consideran de la siguiente manera:

Costo de muebles, equipo, etc.	\$. 100.000
Intereses vida útil (4 años)	40.000
Seguros 8%	8.000
Reposición útiles y repuestos	<u>50.000</u>
Total	\$. 198.000

$$\text{Costo/hora} = \frac{198.000 \text{ sucres}}{365 \times 8 \times 4} = 17 \frac{\text{sucres}}{\text{hora}}$$

La oficina paga promedio \$.5.000 por concepto de arriendo luz, agua, teléfono, limpieza.

$$\text{costo indirecto} = \frac{5000 \text{ sucres/mes}}{\frac{252 \text{ d.Lb./año}}{12 \text{ meses/año}} \times 8 \frac{\text{h}}{\text{d}}} = 29.76 \frac{\text{sucres}}{\text{hora}}$$

$$\text{Gastos de oficina unitarios} = 17 + 29.76 = 46.76 \frac{\text{sucres}}{\text{hora}}$$

$$\text{Durante 84 horas del proyecto: } 46.76 \times 84 = \$3.928$$

$$\text{Costo por administración} = 22.864 + 3.928 = \$26.792$$

$$\text{Costo unitario} = \frac{26.792}{84} = 319 \frac{\text{sucres}}{\text{hora}}$$

5.3 Salarios de personal .-

En el cuadro 4.11.a se tiene totalizada las horas/liniero, ayudante, peón y dinamitero considerados a los que se sumarán un chofer y un bodeguero.

Para sacar el costo por hora del personal procedemos al igual que el punto 5.2,.

	S.Nom.		Relac.	=	Sucres	÷	Hrs/mes	=	Sucres/hora
L	4.000	x	2.44	=	9.760	÷	243.3	=	40.12
D	6.000	x	2.29	=	13.740	÷	243.3	=	56.47
A	3.000	x	2.44	=	7.320	÷	243.3	=	30.1
P	1.500	x	2.44	=	3.660	÷	243.3	=	15.04
Ch	4.500	x	2.44	=	10.980	÷	243.3	=	45.13
B	2.000	x	2.44	=	4.880	÷	243.3	=	20.05

El personal calificado gana viáticos por movilización, valor que depende de su sueldo nominal.

$$\text{Horas laborables/mes} = \frac{211 \text{ días labor./año}}{12 \text{ mes/año}} \times \frac{8 \text{ hor.}}{\text{día}} =$$

$$140.66 \text{ Horas/mes.}$$

$$\text{Viático liniero} = \frac{\$4000}{140.66} = 28.43 \text{ sucres/hora}$$

$$\text{Viático dinami.} = \frac{6000}{140.66} = 42.65$$

$$\text{Viático ayudant} = \frac{3000}{140.66} = 21.32$$

$$\text{Viático chofer} = 4500 \div 140.66 = 31.99$$

El costo por hora por el personal incluido viáticos es:

Liniero	40.12	+	28.43	=	68.55
Dinamitero	56.47	+	42.65	=	99.12
Ayudante	30.1	+	21.32	=	51.42
Peón	15.04	+	0	=	15.04
Chofer	45.13	+	31.99	=	77.12
Bodeguero	20.05	+	0.	=	20.05

De aquí el costo total por mano de obra es:

Liniero.	1.440.2 horas	x	68.55	=	98.725	sucres
Dinamit.	380	x	99.12	=	37.665	
Ayudante	1.862.2	x	51.42	=	95.754	
Peón	8.631	x	15.04	=	129.810	
Chofer	720	x	77.12	=	55.526	
Bodegue.	720	x	20.05	=	14.436	
Total. mano de obra					431.916	sucres

El costo por supervisión y/o dirección técnica debido a la dificultad de movilización se consideran permanente durante la ejecución del proyecto.

	S.No.	Rel.	\$/	H/mes.	S./hora
Ing.	10.000	x 2.29	= 229.00	÷ 243,3	= 94,12

Viático =  $10.000 \div 140.66 = 71.09$

suces ingeniero =  $720 \text{ horas} \times (71.09 + 94.12) \frac{\text{suces}}{\text{hora}} =$

118.951 suces.

#### 5.4 Costos de transporte y alojamiento .-

Es difícil conseguir alojamiento para el personal calificado que se lleva del continente.

En un informe presentado por la Junta Nacional de Planificación a Diciembre de 1975, los costos de alojamiento son los siguientes:

Hotel Galápagos primera categoría 675 día

Moteles Sol y Mar segunda categor. 300

Pensión Colón tercera categoría 150

Estos precios son prohibitivos para el personal, de manera que se arrienda una casa con pocas comodidades, pero a un arazón de 15 suces por persona por día.

En el punto 3.4. se comentó la dificultad de movilización de colono y peor aún del personal que va a realizar sus trabajos ocasionales.

El costo de transporte aéreo en Tame hasta Santa Cruz desde Quito ida y vuelta es 2.370 con los problemas de reservación de cupos bastante limitados.

La movilización interna por no haber viajes regulares se realiza fletando una embarcación a un precio prorrateado entre 8 personas de 500 sucres cada una, de ida y vuelta a Santa Cruz y cualquier otro lugar del Archipiélago.

En lo referente al transporte de materiales los fletes son caros a razón de 500 por tonelada.

El arrendamiento de vehículos para movilización interna es escaso, caro e inseguro, el precio promedio de 700 sucres por día.

#### 5.5 Balance técnico económico.-

Galápagos puede considerarse una zona típicamente rural, en donde la relación de costo/ beneficio para un programa a realizarse tiene caracteres de pérdidas constantes en los ingresos de la explotación; aún a largo plazo no se produce rentabilidad, haciéndose forsozo e imprescindible afrontar un proyecto con recursos provenientes de partidas presupuestarias del fondo nacional de electrificación.

Económicamente un proyecto en Galápagos debe abaratarese lo al máximo tanto en recursos humanos como en costo de materiales; para esto la normalización de INECEL en el -

uso de estructuras permite economizar usando madera tratada, con apoyos soportados por pernos pasantes y herrajes de fabricación nacional.

Dependiendo de la carga a servirse se puede adoptar criterios restringidos por la falta de recursos, implementando una metodología para servir cargas monofásicas en su primera etapa; a un costo adicional transformarlas en bifásicas y por último en trifásicas, analizando los costos unitarios para optimizar este procedimiento.

Se propende a utilizar materiales locales como ser madera para crucetas y otros.

Dentro del balance técnico-económico se procura abaratar al máximo el costo unitario de estructuras sin descuidar la confiabilidad del sistema y la seguridad del personal que opera y mantiene este servicio, pues la lejanía con el continente hace pensar en la poca oportunidad de un asesoramiento técnico.

Para tener una idea de lo utilizado con relación a lo presupuestado a continuación se presenta el balance general del proyecto.

<u>Descripción</u>	<u>Presupuesto</u>	<u>Utilización</u>	<u>Diferencia</u>
Materiales	1'271.552	1'639.571	- 368.019
Herramientas	42.980	21.600	+ 21.380



<u>Descripción</u>	<u>Presupuesto</u>	<u>Utilización</u>	<u>Diferencia</u>
Vehículo	144.750	64.800	+ 79.950
Mano de obra	330.348	431.416	- 101.568
Dirección Técnica	108.885	118.951	- 10.066
Transporte personal	21.600	42.660	- 21.060
Transporte material.	10.000	100.000	0
Administración	127.155	26.792	+ 100.363
Imprevistos	101.724	103.628	- 1.904
Totales	2'248.994	2'549.918	- 300.924

Se nota claramente que la diferencia se debe básicamente al presupuesto de materiales.

El costo unitario por poste es:

$$\text{Cu. poste} = \frac{2'549.918}{226} = \text{\$/} 11.282/\text{poste}$$

Para terminar, este índice del costo unitario es muy alto comparado con otras obras realizadas en el continente, sin embargo, este presupuesto da una pauta de como debe procederse en el futuro, teniendo en cuenta precios de referencia más reales lo que se consigue con la evaluación del - proyecto.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

#### 6.1 Conclusiones .-

De todo lo anteriormente expuesto se concluye que:

- a) En el aspecto socio-económico no hay una preocupación directa de las Entidades Gubernamentales por atender las necesidades prioritarias del colono insular para tratar de integrarlo al desarrollo y a los beneficios que tanta falta les hace muy especialmente en lo que se refiere a servicios básicos indispensables para mantener y mejorar el mal llamado Parque Nacional Galápagos.
- b) Habiendo delegaciones de algunas Instituciones de Derecho Público no se preocupan por ejercer su función específica, especialmente por que las partidas presupuestarias en sus respectivas entidades son exiguas o simplemente los fondos destinados para programas zonales no son bien canalizados y peor aún las Autoridades poco o nada hacen por poner su hombro junto al colono para juntos elaborar un Programa de Necesidades básicas y solicitar la atención del Gobierno Central.
- c) Estratégicamente es un lugar apartado muy codiciado por las potencias extranjeras pero las vituallas de que se disponen son tan escasas que el Programa de

- Seguridad Nacional no se puede practicar, especialmente con aquellas Empresas extranjeras que pescan ilícitamente en aguas territoriales.
- d) En el aspecto netamente técnico no se disponen de Estaciones Meteorológicas de primera clase para hacer un registro completo de la Estadística Insular muy necesaria para estudios de programas de desarrollo.
- e) El Instituto Ecuatoriano de Normalización ante la patente realidad de que el suelo de Galápagos es ciento por ciento rocoso y que cualquier programa como electrificación, canalización, agua potable, etc, necesitan para su ejecución de una técnica especial en el uso de explosivos, no dispone de normas adecuadas para su debida aplicación en el campo de la ingeniería aplicada al suelo de Galápagos.
- f) No existe un estudio de suelos para conseguir características tales como resistencia específica de la roca al impacto de explosivos, coeficientes de penetración para cimentaciones y cálculos de empotramiento.
- g) La técnica de puesta a tierra de un sistema eléctrico merece especial atención por cuanto no se tienen experiencias en el mejoramiento de suelos para aumentar su conductividad.

- h) El poste de hormigón no es recomendable para usarse en Galápagos por la dificultad de transportarlo desde el continente y aún en el caso de fabricarlo en el sitio, la contaminación salina atacaría la estructura de hierro llegando a destruir el poste encareciendo su reposición por lo difícil de remover el hormigón ciclópeo de la cimentación.
- i) No se dispone en ninguna isla habitada de un muelle de aguas profundas necesario para el acoderamiento de los barcos y consecuentemente mejoramiento del desembarco, tan rudimentario y peligroso hasta hoy practicado y en ninguna forma mejorado.
- j) No hay personal calificado para la mano de obra local haciéndose indispensable llevar desde el continente a precios muy altos.

## 6.2 Recomendaciones .-

Analizada la problemática por la que atravieza un Proyecto de Electrificación en Galápagos, puesto de manifiesto las conclusiones a las que se han llegado, se hace notorio recomendar las premisas que se crean convenientes para implementar, cambiar o mejorar las condiciones por las que actualmente atravieza un proyecto en las islas que siendo un Parque Nacional son un Laboratorio Natural motivo de estudio de muchos científicos, preocupados por mantener la Ecología peculiar del Sistema Insular.

Las recomendaciones que me permito hacer con motivo de la finalización de este estudio son las siguientes:

#### 6.2.1 Aspecto socio-económico

- a) Crear un organismo de enlace entre el Gobierno - Central y la Gobernación de la Provincia para que coordine con las diferentes Instituciones Ministeriales y adscritas en la implementación de programas básicos para el desarrollo, canalizando recursos en programas múltiples, con un fin, elevar social y económicamente la condición del habitante isleño que se ha mantenido al margen de todo beneficio, tal es el caso de los ingresos provenientes de la explotación petrolera.
- b) Para dar mayor confortabilidad al turista nacional y extranjero, especialmente este último, incentivar la inversión de capital privado para crear fuentes de trabajo y elevar el estandar de vida con hoteles de diferentes categorías.
- c) Parte de los ingresos provenientes de la explotación del turismo sean invertidos en programas de uso múltiple, cual es la implementación de una industria de carne faenada y el mejoramiento controlado del ganado de carne en las zonas de libre explotación.

- d) Creación de oficinas departamentales en cada isla habitada con centralización en la capital de provincia para agilizar la tramitación de documentos y diligencias tan necesarias en nuestra administración pública.
- e) Equipar los diferentes hospitales con todo lo necesario para evitar que en casos graves o accidentes se tenga que solicitar a FAE ayuda para movilizar pacientes al continente.
- f) Para que el ecuatoriano a nivel estudiantil conozca la belleza del paisaje de Galápagos y por otro lado la realidad de la vida humana, se debe promover visitas masivas para de esta manera hacer intercambios de experiencias y conocimientos.
- g) Debido al incremento del torrente turístico se debe recomendar al gobierno que permita la libre comercialización del transporte aéreo, permitiéndolo romper el monopolio hasta ahora existente.

#### 6.2.2 Aspecto técnico

De las experiencias vividas en la construcción de líneas y redes de distribución surge la recomendación para en la medida de las posibilidades minimizar los errores cometidos, al mismo tiempo que nacen ideas nuevas que pueden ser llevadas al campo de

la práctica mejorando así lo que otrora fuera la primera experiencia.

Estas recomendaciones son fruto de un estudio exhaustivo a nivel de diseño y comprobación en la práctica, de métodos y fórmulas apropiadas para suelo rocoso pero en otras latitudes, condiciones ambientales y humanas diferentes.

- a) La base principal y punto de partida a considerarse es el Manual de Normas para Distribución puesta en vigencia por INECEL y a consideración del Ingeniero constructor quien emitirá su criterio definitivo de aplicación.

Las normas de INECEL son recomendables para electrificación rural y Galápagos no es una excepción, estas normas de estructuras tipo son aplicables con las siguientes modificaciones:

1. El poste de madera tratada es recomendable porque es más barato, liviano, fácil de transportar y llevarlo al sitio, repararlo, y revestirlo, disminuyendo notablemente los gastos frente al hormigón cuyo principal obstáculo es el transporte, la erección y la contaminación ambiental.
2. La herrajería es más económica y el tiempo invertido en el revestimiento de una estructura es menor

en el caso de usar pernos pasantes para los apoyos frente a las abrazaderas.

3. Incluir el método de la puesta a tierra en roca como alcance a la norma de la lámina c.5.1 del manual indicado (L-20).
- b) El uso de explosivos es una necesidad imperiosa en este suelo rocoso, sea para abrir carreteras, zanjas para canalización, tuberías de agua, huecos para postes, etc, debido a lo cual es indispensable normalizar en términos generales la técnica del uso de explosivos.

Los principales lineamientos para la elaboración de estas normas son los siguientes:

1. La Dirección de Geología y Minas conjuntamente con el organismo solicitante hará un estudio previo de las condiciones y necesidades de explosivos.
2. El personal vinculado en esta actividad debe tener amplia experiencia en el manejo de dinamita para evitar accidentes como fruto de la improvisación.
3. El suministro del explosivo debe canalizarse a través de un organismo apropiado como las fuerzas armadas.



4. En áreas habitadas recomendar el tipo de protección para que los materiales producto de la explosión que den atrapados en el suelo y no afloren a la superficie, tal como se explicó en el punto 4.7.
  5. En vista de que los cálculos de la cantidad de explosivos necesario para realizar un hueco no concuerdan con la experiencia real en el sitio de la obra, se recomienda usar 5 cartuchos por hueco como un índice para la estimación en trabajos posteriores.
- c.) Para proceder a la construcción se recomienda la siguiente metodología:
1. Preparar un plan maestro con una cuadrilla tipo para optimizar el tiempo de la construcción en términos generales. Ya en el sitio preparar un plan de obra diario y hacer reajustes a medida que avance la obra.
  2. Instruir al personal sobre las normas de seguridad que se debe mantener, uso de cascos, botas y guantes y un horario de trabajo acorde con el medio.
  3. Responsabilizar al personal por el uso indebido de herramientas entregadas al cuidado de ellos.
  4. El bodeguero entregará al inicio de la jornada diaria el material solicitado el día anterior a cada je-

fe de cuadrilla cuidando de registrar las salidas en cardex con número y fecha para contabilización posterior.

5. El ingeniero supervisor entregará el plan de trabajo diario al personal al término de la jornada anterior con el propósito de que tomen las debidas precauciones de dicha actividad.
6. Con estas premisas y de acuerdo al cronograma de trabajo cada persona tiene su labor específica, el capataz general cuidará que se cumpla a cabalidad el programa diario establecido; cuando por mal tiempo o razones de fuerza mayor una actividad programada se paralice, inmediatamente se reajusta el calendario procurando ser breve en dar instrucciones.
7. El dinamitero es quien va al frente de la cuadrilla, el perfora, los peones hacen huecos, los linieros paran postes, etc. de manera que se debe controlar la actividad del dinamitero con bastante frecuencia dándole facilidades para su trabajo así como obligándole a realizar mantenimiento en el equipo de perforación.
8. Es muy importante que el personal de ayudantes realice una sola actividad definida para que su rendimiento sea óptimo.

Seguindo esta metodología de anticipación y no de improvi-

zación se obtienen buenos resultados que a la postre abaratan el costo total.

- d) La parte más importante de la obra es la optimización de una puesta a tierra eficaz.

La recomendación que hace ENDESA de Chile para casos similares en donde ha obtenido y ha verificado buenos resultados, es el tratamiento del suelo con bentonita, ya explicado con lujo de detalles en el punto 4.14.

Mi recomendación con los cálculos efectuados es seguir el mismo procedimiento ya enunciado puesto que se tienen 5 años de experiencia en el mejoramiento de suelos con bentonita, aunque en este caso no se haya hecho ningún trabajo similar.

Alternativamente se debe usar sal común procurando chequear unas 2 veces por año, especialmente por la corrosión de los electrodos.

La importancia que reviste una puesta a tierra está relacionado con la magnitud de la potencia instalada transmitida y consumida y las exigencias de buena calidad de servicio y confiabilidad del sistema, lo cual no ocurre en Galápagos, sin embargo de que el incremento del potencial en la subestación por efecto de un cortocircuito es del orden de 9 KV, por la al

ta resistividad del suelo.

- e) Recomendar que usen transformadores CSP, que presentán menos problemas en la maniobra y porque el personal no tienen muchos conocimientos del peligro de manteimiento en líneas vivas, mejorando la confiabilidad del sistema.
- f) Que personal isleño se entrene en el CENAFE para que la operacion y mantenimiento de los sistemas - marche en buenas condiciones y que para trabajos - posteriores este personal colabore, evitando llevar personal calificado.
- g) Que se aproveche para trabajos futuros de el "mata sarnos" que es una madera dura e incorruptible muy util para la confeccion de crucetas, muchas de las cuáles están en funcionamiento en Puerto Ayora.
- h) Que por la dificultad de desembarcar equipo y material de construccion se construyan muelles de aguas profundás con la celeridad con que ahora se necesitan.
- i) Limpiar constantemente la maleza que crece junta a las líneas de subtransmision e igualmente botar todo obstáculo peligroso para las redes de distribucion como ser palmeras, ramas de árboles.
- j) Previo a la entrega de la obra levantar un plano de

la red construída con las modificaciones realizadas en la construcción, indicando la numeración de los postes, que tiene que coincidir con los números puestos a los mismos, ubicación de transformadores de distribución, señalizando los circuitos secundarios con diferentes colores, ubicación de los sitios de puesta a tierra.

- k) En la entrega de la obra hacer incapié del buen estado de funcionamiento y comprobarlo demostrando la autosuficiencia y capacidad para resolver cualquier anomalía.

Esperando que en algún momento estas recomendaciones y su estudio sirvan para obras proyectadas en Galápagos, dejo constancia de mi agradecimiento al personal que laboró bajo mi responsabilidad y supo demostrar ante la sociedad lo que es capaz el espíritu creador y la fuerza muscular de quienes sin saber sus nombres dejaron su huella inborrable en una obra de la cual estoy orgulloso y satisfecho.

## BIBLIOGRAFIA

- L1 Plan de Conservación y Desarrollo Selectivo para la Provincia de Galápagos, Publicación de la Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica, Diciembre de 1975.
- L2 Atlas Eléctrico del Ecuador, publicación del Instituto Ecuatoriano de Electrificación, 1974.
- L3 Geografía del Ecuador, Francisco Terán, novena edición - 1976, ediciones librería Cima Quito-Ecuador.
- L4 Galápagos Paraíso Encantado, segunda edición, Editorial Fray Jódoco Ricke, Santa Cruz, 1974.
- L5 Galápagos: Acentamientos Humanos y Entorno. Tesis de Grado, curso preprofesional 1972-73. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad Central.
- L6 Petrología, Walter T. Huang, Ph.D, Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. Primera Edición México 1968.
- L7 Manual para uso de explosivos, Ministerio del Ejército, Fiquete Sao Paulo, Brasil 1971.
- L8 Unidades de Montaje, Líneas de Distribución, C.A. de Administración y Fomento Eléctrico "Cadafe", Dirección de Desarrollo.
- L9 Redes Eléctricas de Alta y Baja Tensión, Gaudencio Zopetti, Júdez, Quinta Edición Gustavo Gilli C.A. Barcelona 1972.

- L10 Catálogo de Aisladores NGK, número 65.
- L11 Determinación y Selección de la Aislación de Líneas de Transmisión de Alto Voltaje, Rafael Cruz Domínguez, Santiago de Chile 1973, Universidad Técnica del Estado, Facultad de Ingeniería Eléctrica.
- L12 EHV Transmisión Line Reference Book, Edison Electric Institute 1968.
- L13 AB Chance Co. International Division, Catalog 1-73, Products for Electric Products for Electrical Transmission and Distribution.
- L14 Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia, William D. Stevenson Jr, Mac Grauw Hill Book Co. Inc, New York 1972.
- L15 Normas VDE 0141/2.64, Determinaciones para las Tomas de Tierra en Instalaciones de Corriente Alterna de Tensiones Nominales mayores de 1Kv.
- L16 Método para el Mejoramiento de Puestas a Tierra en terrenos de Alta Resistividad, ENDESA, Chile Junio 1974.
- L17 Manual Standard del Ingeniero Electricista A.E. Knowlton, Editorial Labor S.A. 1967.
- L18 Analytical Expressions for a Resistance of Grounding System S.J. Schwarz, AIEE Trans. Volumen 73, part 3B 1954.

- L19 Electrificação Rural No Brasil, Revista Mundo Eléctrico Diciembre 1970, número 135 año 12.
- L20 Manual de Normas para Distribución, Líneas y Redes de Distribución, Tomo 2, Estructuras Tipo Quito 1974.
- L21 Requisitos para la Elaboración de Ofertas y Ejecución de Proyectos de Subtransmisión y Distribución, Gerencia de Electrificación Rural, Departamento de Desarrollo de Proyectos 1974, "Cadafe", Empresa Nacional de Energía Eléctrica.
- L22 Instructivo: Inspección de Obras en Construcción, Gerencia de Electrificación Rural, Departamento de Construcción CADAFFE, Compañía Anónima de Administración de Fomento Eléctrico, Caracas-Venezuela, Julio 1973.
- L23 Memoria Técnica del Proyecto "Archipiélago de Galápagos" Departamento de Diseño Electromecánico, Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL, Agosto 1974.
- L24 Evaluación del Proyecto "Archipiélago de Galápagos", Departamento de Líneas y Redes, Instituto Ecuatoriano de Electrificación, Julio 1976.
- L25 IEEE. Guide for Safety in Alternating Current Substation Grounding, IEEE N° 80 March 1971, reaffirmed 1971.