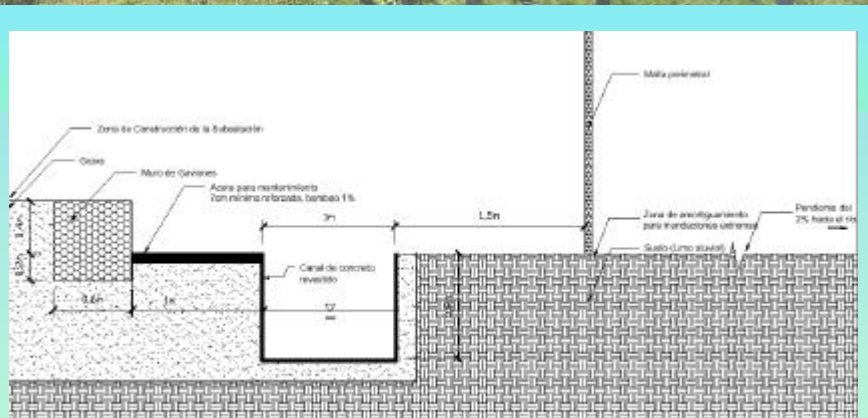


Informe Final

Plan de Gestión Ambiental: Subestación Reductora Tejar



Expediente N° 338 – 2004 – SETENA



Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS) de la Escuela de Ingeniería Civil.



A través de: Fundación de Universidad de Costa Rica para la Investigación (FUNDEVI)

Febrero, 2005

Índice General

1. Información General.....	1
1.1 Información sobre la persona Física o Jurídica desarrolladora del proyecto.....	1
1.2 Información sobre el equipo profesional que elaboró el PGA.....	1
1.2.1 Declaración Jurada	2
1.2.2 Descripción de las actividades a ejecutar en la consultoría	10
1.3 Resolución de la SETENA	11
1.4 Ubicación geográfica y Política - Administrativa	21
1.5 Resumen del Proyecto	21
1.5.1 Justificación Técnica del Proyecto	24
1.6 Área de proyecto y sus áreas de influencia	24
1.6.1 Descripción del área de proyecto.....	24
1.6.2 Área de Influencia Directa	25
1.6.3 Área de Influencia Indirecta.....	25
1.7 Fases de Desarrollo del Proyecto e infraestructura	27
1.7.1 Actividades a realizar en cada fase del proyecto	27
1.7.2 Construcción de la Subestación.....	27
1.7.3 Construcción de la Línea Alimentadora	29
1.7.4 Disposición de desechos.....	31
1.7.4.1 Fase de construcción.....	31
1.7.4.2 Fase de operación.....	31
1.8 Tiempo de ejecución	32
1.9 Flujograma de actividades	32
1.10 Equipo a Utilizar.....	35
1.10.1 Fase de Construcción	35
1.11 Materia Prima a Utilizar.....	36
1.12 Servicios Básicos	38
1.12.1 Accesibilidad del proyecto.....	38
1.12.2 Servicios Públicos	40
1.13 Mano de obra.....	40
1.14 Monto Global de la Inversión Certificada	41

2.	Descripción del Entorno.....	42
2.1	Ambiente Físico.....	42
2.1.1	Geología	42
2.1.2	Formaciones Geológicas Regionales	46
2.1.3	Descripción de las fallas más importantes de la zona.....	49
2.1.4	Geomorfología	53
2.1.5	Geomorfología local.....	55
2.1.6	Caracterización de suelos	59
2.1.7	Clima.....	63
2.1.8	Hidrología: Aguas Superficiales y Subterráneas	65
2.1.9	Amenazas Naturales	68
2.1.9.1	Amenaza Volcánica.....	68
	Caracterización de la zona	68
2.1.9.2	Sistema de Fallas Longitudinales	68
2.1.9.3	Amenazas sísmica.....	68
2.1.9.4	Amenaza de deslizamientos	70
2.2	Descripción del Ambiente Biológico.....	70
	Zonas de vida	70
	Bosque muy Húmedo Tropical Premontano	70
	Bosque Húmedo Premontano.....	71
	Descripción de Reservas Forestales y Zonas Protectoras cercanas.....	71
	Zona Protectora Cuenca del río Sombrero y del río Navarro	71
2.2.1	Flora	73
2.2.1.1	Especies de Flora amenazadas, endémicas o en vías de extinción	74
2.2.1.2	Especies de Importancia para la Fauna	74
2.2.1.3	Especies Tóxicas.....	74
2.2.2	Fauna.....	75
2.2.2.1	Especies de fauna amenazadas, endémicas o en peligro de extinción	75
2.2.2.2	Lista de especies de fauna indicadoras	75
2.3	Ambiente Socioeconómico.....	75
2.3.1	Uso de la Tierra	76
2.3.2	Caracterización de la población	80
2.3.3	Comentarios sobre información censal en zona de estudio.....	82

2.3.4	La comunidad de Guatuso de El Guarco.....	89
2.3.4.1	Descripción según trabajo de campo.....	89
2.3.4.2	Principales problemas encontrados.....	90
2.3.5	Empleo.....	92
2.3.6	Servicios básicos disponibles e Infraestructura Comunal.....	92
2.3.7	Análisis de los linderos de la finca.....	94
3.	Identificación y Evaluación Cualitativa de los Impactos Ambientales	95
3.1	Metodología de Evaluación.....	96
3.1.1	Mapas temáticos o cartográfico.....	97
3.1.2	Matrices.....	97
3.1.2.1	Matrices de Leopold.....	98
3.1.2.2	Confección de Matrices de Leopold.....	98
3.1.3	Metodología Ad-hoc.....	99
3.2	Valoración de la Etapa Constructiva.....	100
3.2.1	Subestación Reductora Tejar.....	100
3.2.1.1	Lista de Actividades de la Construcción de una Subestación.....	100
3.2.2	Línea Alimentadora de Alta Tensión.....	101
3.2.2.1	Perfiles de la Línea de Transmisión de Energía.....	101
3.2.2.2	Opciones de trazados para la construcción de la Línea Alimentadora de la Subestación.....	104
3.2.3	Árbol de acciones del proyecto.....	109
3.2.4	Matrices de Identificación y Valoración de Impactos.....	112
3.2.5	Impactos relevantes de la fase constructiva.....	116
3.2.5.1	Impactos en el ámbito social.....	117
	Sobre el paisaje.....	117
	Impactos a la propiedad.....	117
	Impactos a la Salud.....	118
3.3	Valoración de la Etapa Operativa.....	119
3.3.1	Matrices de Valoración de Impactos.....	119
3.4	Campos Electromagnéticos.....	123
3.4.1	Condiciones de operación.....	124
3.4.2	Características técnicas de las líneas.....	124
3.4.3	Aspectos relevantes del análisis.....	126

3.4.4	Conclusiones y recomendaciones del análisis de campos magnéticos.....	127
3.4.5	Aspectos relevantes del análisis	129
3.4.6	Otros detalles de los Campos Electromagnéticos generados por las líneas de transmisión y sus impactos	131
3.4.6.1	Los aparentes temores en torno a las líneas de transmisión.....	131
3.4.6.2	Otras fuentes de campos electromagnéticos creados por el hombre.....	131
3.4.6.3	El nerviosismo existente en las comunidades.....	133
3.4.6.4	Las recomendaciones del experto de la Organización Mundial de la Salud	133
3.4.6.5	Comprobaciones de la literatura	133
3.4.6.6	... Uso de la electricidad, incidencia de enfermedades causadas por tumores y muertes causadas por las mismas.....	134
3.4.6.7	Algunos comentarios sobre los Estudios Epidemiológicos	134
3.4.6.8	El Criterio de Hill para encontrar relaciones significativas entre causa y efecto.....	135
3.4.6.9	Riesgos Relativos	136
3.4.6.10	Algunos datos sobre la incidencia de cáncer a nivel internacional	139
3.4.6.11	Posible enterramiento de los cables de alta tensión.	140
3.4.6.12	Conclusiones	141
3.4.6.13	Algunas recomendaciones generales por si se deseara disminuir la magnitud de los campos eléctricos y magnéticos	141
3.5	Análisis de la problemática de aguas de la zona	142
3.5.1	Descripción de las visitas de campo.....	142
3.5.2	Percepción de los vecinos del problema.....	148
4.	Gestión Ambiental y Cronograma de Implementación.....	151
4.1	Generalidades de la Gestión	151
4.2	Programa de Prevención.....	151
4.2.1	Acciones concretas en conjunto con la municipalidad	151
4.2.2	Del Diseño y planificación de obras	152
4.2.3	Durante la fase constructiva	152
4.2.4	Durante la fase operativa	154
4.3	Programa de Mitigación.....	154
4.3.1	Durante la fase constructiva	154

4.3.2	Durante la fase operativa	155
4.4	Programa de Manejo de Desechos.....	156
4.4.1	Manejo de Desechos orgánicos y biodegradables	157
4.4.2	Manejo de Desechos no biodegradables	157
4.5	Mejoramiento de las Relaciones Comunitarias.....	158
4.6	Programa de Seguridad y Salud Ocupacional.....	158
4.6.1	Seguridad y Salud Ocupacional para trabajadores	158
4.6.2	Seguridad para terceros	160
4.7	Conclusiones y Recomendaciones específicas para algunos ámbitos de afectación.....	161
4.7.1	Conclusiones y Recomendaciones de ámbito social.....	161
4.7.2	Conclusiones y Recomendaciones sobre Ambiente Biológico	162
4.7.3	Conclusiones y Recomendaciones Forestales.....	162
4.7.4	Conclusiones y Recomendaciones en materia de suelos.....	163
4.7.5	Conclusiones y Recomendaciones en materia de aguas pluviales y almacenamiento de las mismas.....	165
4.7.5.1	Recomendaciones para disminuir la afectación en la finca	165
4.7.5.2	Recomendaciones para tratar las aguas dentro de la subestación como obra civil	165
4.7.5.3	Recomendaciones para las aguas de la quebrada y la salida alterna.....	170
4.7.5.4	Recomendaciones para las aguas que vienen de la ruta 2 y el tajo	170
4.7.6	Conclusiones y Recomendaciones para estabilidad de taludes	171
4.7.7	Conclusiones y Recomendaciones en materia de vialidad	173
4.8	Recomendaciones de índole general	174
4.9	Cronograma de implementación	174
5.	Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental	176
5.1	Programa de Monitoreo y Seguimiento.....	176
5.2	Calidad de Aguas superficiales y subterráneas.....	177
5.3	Ruido.....	178
5.4	Equipo Móvil	180
5.5	Destino y permiso de Ubicación de Tierras a Remover	180
5.6	Metodología de Seguimiento.....	181

6.	Plan de Contingencias	183
6.1	Programa de Contingencia y Riesgo	183
6.1.1	Ventajas del proyecto para reducir riesgos del Sistema Eléctrico.....	183
6.1.2	Riesgos por fallos de la obra.....	184
6.1.3	Recomendaciones específicas en caso de contingencia en la obra.....	185
7.	Resumen de la Gestión Ambiental	186
7.	Resumen de la Gestión Ambiental.....	186
7.1	Tabla Resumen del PGA	186
7.1.1	Tabla Resumen para la Fase Constructiva.....	187
7.1.2	Tabla Resumen para la Fase Operativa	195
7.1.3	Instrumentos de Control y Seguimiento Ambiental.....	198
7.1.4	Requisitos a cumplir del Regente Ambiental	199
7.1.4.1	Etapa Constructiva.	199
7.1.4.2	Etapa Operativa.	199
7.2	Opciones sobre el paso del trazado de la Línea Alimentadora de Alta Tensión	199
7.3	Conclusión General	200
8.	Bibliografía	202
9.	Glosario	212

Índice de Fotografías

Fotografía 1.1: Subestación de Cóncavas.....	28
Fotografía 1.2: Trabajo de tendido de las líneas de transmisión de Tarbaca a Parrita.....	31
Fotografía 1.3: Equipos instalados en la Subestación de Río Macho	37
Fotografía 2.1: Vista al sector sureste de la finca	55
Fotografía 2.2: Corte en la ladera de la quebrada	55
Fotografía 2.3: Sector sureste del proyecto	56
Fotografía 2.4: Tajo ubicado al suroeste del proyecto	56
Fotografía 2.5: Laderas al sureste de la finca	56
Fotografía 2.6: Estratificación del suelo que puede verse a orillas de la quebrada	59
Fotografía 2.7: Aguas superficiales en la finca de la Subestación	65
Fotografía 2.8: Uso del suelo en la finca de la nueva subestación reductora.....	79
Fotografía 2.9: Sitio donde se colocará una de las torres.....	80
Fotografía 2.10: Reunión informativa a la comunidad JASEC	80
Fotografía 2.11: Reunión informativa a la comunidad ProDUS UCR	81
Fotografía 2.12: Trabajo de campo de la socióloga del proyecto	89
Fotografía 2.13: Escuela de la comunidad	89
Fotografía 3.1: Entrada a la finca.....	142
Fotografía 3.2: Interior de la finca.....	142
Fotografía 3.3: Parte baja de la finca.....	143
Fotografía 3.4: Paso de quebrada por casas	143
Fotografía 3.5: Quebrada Molejones	144
Fotografía 3.6: Medición de paso de quebrada por casas	145
Fotografía 3.7: Corredor de casa de doña Olga Alvarado	146
Fotografía 3.8: Casas contiguas a la casa de doña Olga Alvarado	146
Fotografía 3.9: Paso de agua entre casas.....	148
Fotografía 3.10: Terrenos rellenados a nivel más alto que casas vecinas	149
Fotografía 3.11: Vista ruta 2, costado oeste de finca donde estará la Subestación.....	150
Fotografía 4.1: Margen de la quebrada, al sur de la finca	163
Fotografía 4.2: Erosión lateral de la quebrada	163
Fotografía 5.1: Alcantarilla construida frente a la entrada principal de la finca donde estará la Subestación	177
Fotografía 5.2: Agua presente en la finca de la Subestación	178
Fotografía 6.1: Patios de la Subestación Cóncavas	184
Fotografía 6.2: Patios de la Subestación de Liberia.....	185

Índice de Mapas

Mapa 1.1: Ubicación de la subestación reductora Tejar y la línea de alimentación	22
Mapa 1.2: Modelo de elevación digital de la zona de estudio	23
Mapa 1.3: Áreas de Proyecto	26
Mapa 1.4: Accesibilidad a las torres y a la subestación eléctrica	39
Mapa 2.1: Geología para el área de estudio	43
Mapa 2.2: Fallas geológicas	52
Mapa 2.3: Geomorfología para el área de estudio	57
Mapa 2.4: Pendientes en la zona de estudio	58
Mapa 2.5: Caracterización de los suelos en la zona de estudio	62
Mapa 2.6: Precipitaciones promedio en la zona de estudio y estaciones meteorológicas mas cercanas	64
Mapa 2.7: Cuenca de estudio en la Zona	66
Mapa 2.8: Hidrogeología para el área de estudio	67
Mapa 2.9: Amenaza volcánica, de inundaciones, deslizamientos y fallas geológicas en la zona de estudio	69
Mapa 2.10: Zonas de vida y reservas cercanas al área de estudio	72
Mapa 2.11: Uso del suelo en la zona de estudio	78
Mapa 2.12: Población en segmentos censales aledaños a la subestación reductora Tejar y la línea de alimentación	84
Mapa 2.13: Rama de actividad del jefe de familia en segmentos censales aledaños a la subestación reductora Tejar y la línea de alimentación	85
Mapa 2.14: Condición laboral del jefe de familia en segmentos censales aledaños a la subestación	86
Mapa 2.15: Población menor de 16 años (al año 2000) en segmentos censales aledaños a la subestación reductora Tejar y la línea de alimentación	87
Mapa 2.16: Máximo nivel educativo alcanzado, población total en segmentos censales aledaños a la subestación reductora Tejar y la línea de alimentación	88
Mapa 2.17: Servicios básicos más cercanos a la zona de estudio	93
Mapa 3.1: Situación de las aguas actualmente	107
Mapa 3.2: Segunda opción del trazado e la línea alimentadota para la subestación	108
Mapa 3.3: Situación de las aguas actualmente	147
Mapa 4.1: Propuesta para solucionar el problema de aguas pluviales dentro el proyecto	169
Mapa 4.2: Ubicación de la Cuestación Reductora dentro de la propiedad en estudio	169

Índice de Tablas

Tabla 1.1: Protección básica para peones	36
Tabla 1.2: Protección básica para linieros eléctricos	36
Tabla 1.3: Descripción de los montos de inversión para el proyecto	41
Tabla 2.1: Categorización de la Capacidad de uso de la tierra	61
Tabla 2.2: Distribución del uso del suelo dentro del área de influencia directa del proyecto (500m).....	79
Tabla 3.1: Resumen de opciones para el trazado de la Línea Alimentadora de Alta Tensión	109
Tabla 3.2: Datos Técnicos de la línea de transmisión	126
Tabla 3.3: Normas Internacionales de exposición a campos eléctricos y magnéticos ..	130
Tabla 3.4: Campos Magnéticos (miligauss, mG) de Electrodomésticos Comunes Medidos a Diferentes Distancias del Aparato	132
Tabla 3.5: Riesgos de Muerte Relativos en Costa Rica en 1996	136
Tabla 3.6: Defunciones en Costa Rica, 1999 - 2003	137
Tabla 3.7: Riesgos de Muerte Relativos en Niños Menores de un año en Costa Rica, 1996	138
Tabla 3.8: Defunciones en menores de 12 años	138
Tabla 4.1:	165
Tabla 7.1.1: Tabla Resumen para la Fase Constructiva.....	
Tabla 7.1.2: Tabla Resumen para la Fase Operativa	

Índice de Figuras

Figura 2.1: Columna estratigráfica del Valle Central.....	45
Figura 3.1: Esquema de los planos de perfiles brindados por el ICE.....	103
Figura 3.2: Árbol de acciones	111
Figura 3.3: Configuración de la torre prevista	125

Índice de Anexos

Anexo 1“Uso de la vegetación para la estabilización de taludes”	i
---	---

1.1 Técnicas de bioingeniería de suelos	ii
1.2 Sistemas biotécnicos de mejoramiento de suelos	viii
Anexo 2 Ruido generado por líneas de transmisión (“Efecto Corona” y ruido por construcción)	x
2.1 Efecto Corona en líneas de transmisión	x
2.1.1 Descripción	x
2.1.1.1 Fenómenos Asociados al “Efecto Corona”	xii
2.1.1.2 Efecto Visible	xiii
2.1.1.3 Efecto Audible	xiii
2.2 Impacto ambiental asociado al efecto corona: el ruido audible	xiii
2.2.1 Generalidades sobre impacto ambiental del ruido audible	xiii
2.2.2 Revisión bibliográfica de ruido audible en líneas de transmisión	xvii
2.2.3 Efecto del ruido audible por efecto corona sobre la salud	xviii
2.3 Referencias para este anexo	xix
Anexo 3 Análisis del flujo vehicular en las inmediaciones de la futura subestación de Tejar	xx
Anexo 4 Caracterización de la población	xxvi
4.1 Introducción	xxvi
4.2 Generalidades socioeconómicas del cantón de El Guarco	xxvii
4.2.1 Caracterización general de la población en la zona de influencia	xxviii
4.2.2 Características demográficas: total población, estado conyugal, vivienda y servicios	xxviii
4.2.2.1 Población	xxviii
4.2.2.2 Estado conyugal	xxix
4.2.2.3 Vivienda	xxix
4.2.2.4 Servicios Básicos	xxx
4.2.3 Características socioeducativas	xxxi
4.2.4 Características económicas	xxxiv
4.3 Distrito de San Isidro de El Guarco	xxxviii
Anexo 5 Campos eléctricos y magnéticos producidos por la línea de transmisión que abastece la subestación reductora tejar	xlix

5.1 Introducción	xlix
5.2 Condiciones de operación	I
5.3 Cálculo de los campos electromagnéticos	li
5.4 Bibliografía	lxvii
Anexo 6 Algunos cálculos hidrológicos para la subcuenca de la quebrada Molejones ...	lxviii