

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DISEÑOS DE ALTERNATIVAS DE PLATAFORMAS PARA VÍAS FÉRREAS DEL DISTRITO FERRÍFERO PIAR. CVG - FERROMINERA ORINOCO C.A., CIUDAD PIAR, ESTADO BOLÍVAR.**

Trabajo Especial de Grado,  
Presentado ante la ilustre *Universidad Central  
de Venezuela* para optar al título de Ingeniero  
de Minas, por la **Br. Bastardo Mendoza,  
Adriana Esdrea.**

Caracas, Mayo 2005.

# TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

## DISEÑOS DE ALTERNATIVAS DE PLATAFORMAS PARA VÍAS FÉRREAS DEL DISTRITO FERRÍFERO PIAR. CVG - FERROMINERA ORINOCO C.A., CIUDAD PIAR, ESTADO BOLÍVAR.

**TUTOR ACADÉMICO:** Prof. Miguel Castillejo.

**TUTOR INDUSTRIAL:** Ing. Arturo Urdaneta.

Trabajo Especial de Grado,  
Presentado ante la ilustre *Universidad Central  
de Venezuela* para optar al título de Ingeniero  
de Minas, por la **Br. Bastardo Mendoza,  
Adriana Esdrea.**

Caracas, Mayo 2005.

# CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, Mayo 2005.

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Geología, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la *Br. Bastardo Mendoza, Adriana Esdrea*, titulado:

## **DISEÑOS DE ALTERNATIVAS DE PLATAFORMAS PARA VÍAS FÉRREAS DEL DISTRITO FERRÍFERO PIAR. CVG - FERROMINERA ORINOCO C.A., CIUDAD PIAR, ESTADO BOLÍVAR.**

Consideramos que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al título de *Ingeniero de Minas*, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran **APROBADO**.

*Prof. Celia Herrera*

**Jurado**

*Prof. Víctor León*

**Jurado**

*Prof. Miguel Castillejo*

**Tutor Académico**

*Ing. Arturo Urdaneta*

**Tutor Industrial**

# DEDICATORIA

---

*A MIS PADRES!*

## AGRADECIMIENTOS

---

- A mi Niño Jesús Bendito.
- A mi Mamá, mi Papá y mis hermanos.
- A Luís González y toda su familia.
- A la Universidad Central de Venezuela, a la Escuela de Geología, Minas y Geofísica y en especial al Departamento de Minas.
- Al profesor Miguel Castillejo, tutor académico de este Trabajo Especial de Grado.
- Al Ing. Arturo Urdaneta, tutor industrial del presente trabajo.
- A la empresa C.V.G. - FERROMINERA ORINOCO C.A.
- A todas las personas que laboran en la Gerencia de Minería, en el Área de Planificación - Desarrollo de Minas y de Geología perteneciente a CVG-Ferrominera Orinoco C.A., Ciudad Piar, especialmente a los Ingenieros (as) Zulmer Andará, Escobar Ricardo, Gómez Andrés, Víctor Cordero, José Gregorio Freites, Gamarra Juan; y a los técnicos Alan Peña, Julio Marrero, Rubén Rivilla y Silvino Suárez, quienes desinteresadamente colaboraron con el trabajo realizado.
- Al profesor Alex Villanueva, por todas sus enseñanzas.
- A todos mis amigos y compañeros de estudios, muy en especial a: Kenny García, Claudia Arias, Jennifer Zaa, Rosa Alfaro, Spic Limo, William Olaya, Aleida Arévalo, Carolina Martínez, Eduin Amaris, Nancy Tacarely y Héctor Rivero; sin su apoyo incondicional día a día, esta meta no la hubiese alcanzado.
- A Eunise Silva y Maria Teresa Espinoza por su disponibilidad siempre.

...a todos, eternamente GRACIAS !!!

# RESUMEN

---

*Bastardo Mendoza, Adriana Esdrea*

**DISEÑOS DE ALTERNATIVAS DE PLATAFORMAS PARA VÍAS FÉRREAS  
DEL DISTRITO FERRÍFERO PIAR. CVG - FERROMINERA ORINOCO  
C.A., CIUDAD PIAR, ESTADO BOLÍVAR.**

Tutor Académico: *Prof. Miguel Castillejo.* Tutor Industrial: *Ing. Arturo Urdaneta.*

Trabajo Especial de Grado. Caracas, Universidad Central de Venezuela, Facultad de  
Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica,  
Departamento de Minas. Mayo 2005, 131 Páginas.

**Palabras Claves:** Vía férrea, hierro, Land Development Desktop, Civil Design,  
CVG-Ferrominera Orinoco C.A.

**Resumen:**

El presente Trabajo Especial de Grado se desarrolla en CVG-Ferrominera Orinoco C.A., con el propósito de evaluar trazados alternativos a las vías férreas existentes, para el transporte del mineral desde el Distrito Ferrífero Piar, donde se desarrolla la explotación del hierro, hasta Puerto Ordaz, para su transformación y comercialización, todo esto motivado por la necesidad de diseñar trazados que contribuyan al aumento de la capacidad de transporte en más de 22 millones de toneladas anuales.

Para lo cual, se establecieron objetivos concretos que se presentan en este trabajo desarrollados por medio de capítulos, iniciándose con el capítulo del *Problema* en donde se expresa el planteamiento, la justificación y los objetivos trazados. Seguido de una descripción general del *Distrito Ferrífero Piar*, luego se desarrolla un amplio capítulo de *Marco Teórico* en el cual se muestra una visión general de las vías férreas. Posteriormente, se exponen las características fundamentales de varios *programas topográficos* y de vialidad que pueden servir de herramienta para la evaluación de los diseños; se continúa con el *Marco Metodológico* el cual enseña el desarrollo de todo el flujograma metodológico, dispuesto para el cumplimiento de los objetivos planteados. Finalizando con el

análisis de los resultados mostrados en el capítulo anterior, las conclusiones y recomendaciones pertinentes al caso.

Lo anterior dio como resultado que el área de estudio estuviese limitada por las coordenadas locales San Isidro N30.000 – N10.000 y E25.500 – E10.500 pertenecientes al Distrito Ferrífero Piar, para la que se desarrollaron a detalle tres trazados denominados: San Isidro\_Derecho, San Isidro\_Izquierdo y Grupo Redondo, que fueron el resultado de la evaluación de diversas opciones de trazados. Los tres ramales seleccionados se estimaron a detalle, mediante la muestra de sus alineamientos horizontales y verticales, perfil longitudinal, secciones transversales, movimiento de Tierra y diagrama de masa, a través del software Autocad Land Development Desktop 2005 y Civil Design.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

---

DESCRIPCIÓN	# PÁG.
CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
RESUMEN.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b><i>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</i></b>	<b><i>3</i></b>
<b><i>1.2 OBJETIVOS.....</i></b>	<b><i>5</i></b>
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
<b><i>1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</i></b>	<b><i>6</i></b>
<b>CAPÍTULO II: DISTRITO FERRÍFERO PIAR.....</b>	<b>7</b>
<b><i>2.1 UBICACIÓN.....</i></b>	<b><i>7</i></b>
<b><i>2.2 VÍAS DE ACCESO.....</i></b>	<b><i>8</i></b>
<b><i>2.3 GEOLOGÍA.....</i></b>	<b><i>8</i></b>
2.3.1 Complejo de Imataca.....	9
2.3.1.1 Consideraciones históricas.....	9
2.3.1.2 Localización y extensión geográfica.....	10
2.3.1.3 Descripción litológica.....	10
2.3.1.4 Descripción estructural.....	10
2.3.1.5 Edad.....	11
2.3.1.6 Correlación.....	11
2.3.2 Formación Mesa.....	11
2.3.2.1 Consideraciones históricas.....	11
2.3.2.2 Localización y extensión geográfica.....	11
2.3.2.3 Descripción litológica.....	11

2.3.2.4 Contactos.....	12
2.3.2.5 Espesor .....	12
2.3.2.6 Edad .....	12
<b>2.4 RELIEVE .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5 VEGETACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>2.6 CLIMA Y PRECIPITACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>2.7 HIDROGRAFÍA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.8 TIPOS LITOLÓGICOS PRESENTES EN LOS YACIMIENTOS DEL DISTRITO FERRÍFERO PIAR.....</b>	<b>13</b>
2.8.1 Menas de alto tenor .....	14
2.8.1.1 Menas blandas o friables [B, F, Y] .....	14
2.8.1.2 Menas duras .....	15
2.8.2 Menas de bajo tenor .....	17
2.8.2.1 Cuarcita ferruginosa dura (IF).....	17
2.8.2.2 Cuarcita ferruginosa friable (Iff).....	17
2.8.2.3 Laterita (Lat) .....	17
<b>2.9 DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS.....</b>	<b>18</b>
2.9.1 Cerro Bolívar.....	18
2.9.2 Cuadrilátero Ferrífero San Isidro .....	18
2.9.2.1 Cerro San Isidro .....	20
2.9.2.2 Cerro Las Pailas .....	20
2.9.2.3 Cerro Los Barrancos .....	20
2.9.2.4 Cerro San Joaquín.....	21
2.9.3 Cerro Altamira .....	21
2.9.4 Grupo Redondo .....	22
2.9.4.1 Cerro Redondo .....	22
2.9.4.2 Cerro La Estrella .....	22
2.9.4.3 Cerro Ricardo .....	23
2.9.5 Cerro Toribio.....	23
2.9.6 Cerro Arimagua.....	23
2.9.7 Cerro María Luisa .....	24
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Hernández G., Teobaldo J. (2003) .....	25
3.1.2 Gómez G., Andrés M. (2003) .....	25
3.1.3 CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (1996).....	26

3.1.4 Jiménez, Moraima (1978) .....	26
<b>3.2 BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>27</b>
3.2.1 Ferrocarril.....	27
3.2.2 Clasificación de las vías férreas .....	27
3.2.2.1 Líneas principales y secundarias .....	28
3.2.2.2 Líneas de vía angosta y ancha .....	28
3.2.2.3 Vía clásica y elástica .....	28
3.2.2.4 Clasificación de acuerdo a la velocidad .....	28
3.2.2.5 Run Away .....	29
3.2.3 Factores geométricos para el diseño de una vía férrea.....	29
3.2.3.1 Alineamiento Horizontal.....	29
3.2.3.1.1 Curvas Circulares .....	30
3.2.3.1.2 Peralte.....	32
3.2.3.1.3 Curvas de Transición.....	33
3.2.3.2 Alineamiento Vertical .....	35
3.2.3.2.1 Curvas Verticales .....	35
3.2.3.2.2 Pendientes .....	37
3.2.4 Estructura de las vías férreas.....	37
3.2.4.1 Infraestructura o plataforma .....	37
3.2.4.2 Superestructura.....	41
3.2.4.2.1 Balasto.....	41
3.2.4.2.2 Durmientes .....	42
3.2.4.2.3 Rieles.....	44
3.2.4.2.4 Dispositivos para la sujeción del riel .....	45
a. Placa de asiento .....	45
b. Sujeciones .....	46
c. Juntas.....	48
3.2.4.2.5 Aparatos de Vía.....	48
a. Cambio .....	48
b. Cruzamiento .....	49
c. Desvió .....	50
d. Combinación de Aparatos .....	51
3.2.5 Obras Civiles.....	53
3.2.5.1 Cunetas.....	53
3.2.5.2 Contra-Cuneta .....	53
3.2.5.3 Alcantarillas .....	54
3.2.5.4 Puentes .....	54
3.2.5.5 Túneles .....	55
3.2.6 Material rodante .....	56
3.2.6.1 Locomotoras.....	56
3.2.6.2 Vagones.....	56
3.2.7 El medio ambiente y el ferrocarril .....	57
<b>3.3 SISTEMA FERROVIARIO DE CVG-FERROMINERA ORINOCO C.A. ....</b>	<b>58</b>

3.3.1 Flota de Equipos.....	61
3.3.2 Características de la vía férrea .....	63
<b>CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DEL SOFTWARE .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 SOFTWARE AUTOCAD LAND DEVELOPMENT DESKTOP 2005 (LDD)..</b>	<b>65</b>
4.1.1 Autodesk Survey .....	66
4.1.2 Autodesk Civil Design (CD).....	66
4.1.3 Características del LDD .....	66
<b>4.2 SOFTWARE ISTRAM.....</b>	<b>73</b>
4.2.1 Cartografía Digital - Módulo Básico.....	73
4.2.2 Proyecto de Obras Lineales - Proyecto y Trazado de Obras Lineales .....	77
4.2.3 Modelado de Superficies.....	81
4.2.4 Fotorrealismo - Generación de modelos de realidad virtual. ....	82
4.2.5 Sistema de Información Geográfica.....	83
<b>4.3 SOFTWARE CARTOMAP.....</b>	<b>84</b>
4.3.1 Topografía y Curvado .....	84
4.3.2 Perfiles y Cubicaciones .....	84
4.3.3 Versión íntegra - Proyectos de Ingeniería y Vistas 3D .....	85
<b>4.4 SOFTWARE SDR MAPPING &amp; DESIGN .....</b>	<b>86</b>
4.4.1 SDRmap .....	86
4.4.2 SDRcalc .....	86
4.4.3 SDRcontour.....	87
4.4.4 SDRprofile .....	87
4.4.5 SDRvolume .....	87
4.4.6 SDRdesign .....	88
<b>CAPÍTULO V: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>89</b>
<b>5.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>89</b>
<b>5.3 RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>89</b>
<b>5.4 PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>90</b>
5.4.1 Recopilación Bibliográfica.....	91
5.4.2 Parámetros de diseño .....	91
5.4.3 Selección del Software.....	93
5.4.4 Obtención de Planos.....	96
5.4.5 Zona de Estudio .....	96

5.4.6 Alternativas de Trazados.....	97
5.4.7 Evaluación de los Trazados.....	98
<b>5.4.7.1 Procedimiento de diseño de plataformas ferroviarias.....</b>	<b>99</b>
▪ 5.4.7.1.1 Nombre del proyecto.....	99
▪ 5.4.7.1.2 Configuración de los parámetros generales del proyecto .....	99
▪ 5.4.7.1.3 Modelamiento del Terreno.....	100
▪ 5.4.7.1.4 Alineamiento.....	103
▪ 5.4.7.1.5 Perfil longitudinal del eje del alineamiento .....	105
▪ 5.4.7.1.6 Secciones Transversales.....	107
▪ 5.4.7.1.7 Movimiento de Tierra .....	109
▪ 5.4.7.1.8 Diagrama de Masa.....	109
<b>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>116</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>121</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>127</b>
<b><i>APÉNDICE A: GLOSARIO .....</i></b>	<b><i>127</i></b>
<b><i>APÉNDICE B: ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS .....</i></b>	<b><i>129</i></b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>131</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN	# PÁG.
FIGURA 2.1 Ubicación de los yacimientos de CVG-FMO. ....	7
FIGURA 2.2 Croquis de ubicación del Complejo de Imataca. ....	9
FIGURA 2.3 Croquis de ubicación de la Formación Mesa. ....	11
FIGURA 2.4 Columna litológica de los yacimientos del Distrito Ferrífero Piar. ....	15
FIGURA 2.5 Ubicación de los yacimientos del Distrito Ferrífero Piar. ....	19
FIGURA 3.1 Ferrocarril de Ferrominera Orinoco C.A. ....	27
FIGURA 3.3 Curva circular simple. ....	28
FIGURA 3.2 Trocha de la vía. ....	28
FIGURA 3.4 Parámetros de una curva espiral. ....	31
FIGURA 3.5 Curvas compuestas y reversa. ....	32
FIGURA 3.6 Peralte. ....	33
FIGURA 3.7 Curvas verticales. ....	35
FIGURA 3.8 Parábola de eje vertical perfectamente simétrica. ....	37
FIGURA 3.9 Sección de la infraestructura. ....	39
FIGURA 3.10 Plataforma de vía, a: con una sola inclinación y b: con dos aguas. ....	39
FIGURA 3.11 Sección de taludes. ....	40
FIGURA 3.12 Vía férrea sobre la capa de balasto. ....	41
FIGURA 3.13 Sección de balasto para vía elástica. ....	42
FIGURA 3.14 Vía férrea con durmientes de madera. ....	43
FIGURA 3.15 Tipos de durmientes. ....	43
FIGURA 3.16 Durmiente mixto de acero y concreto. ....	43
FIGURA 3.17 Vía férrea con durmientes de concreto. ....	44
FIGURA 3.18 Sección transversal de un riel. ....	44
FIGURA 3.19 Tirafondo. ....	46
FIGURA 3.20 Sujeción de tipo Padrón. ....	47
FIGURA 3.21 Junta. ....	48
FIGURA 3.22 Dibujo esquemático de un cambio. ....	48
FIGURA 3.23 Cambio. ....	48
FIGURA 3.24 Cruzamiento, SI-640 FMO. ....	49
FIGURA 3.25 Esquema de un cruzamiento. ....	49
FIGURA 3.26 Tipos de cruzamiento. ....	50
FIGURA 3.27 Tipos de desvíos. ....	51
FIGURA 3.28 a: desvío simple, b: desvío doble. ....	51
FIGURA 3.29 Calles de agujas. ....	52
FIGURA 3.30 Esquema de un lazo de vía. ....	52
FIGURA 3.31 Esquema de un triángulo de vía. ....	53
FIGURA 3.32 Cuneta y contra-cuneta. ....	53
FIGURA 3.33 Tipos de Alcantarillas. ....	54
FIGURA 3.34 Tipos de Puentes, a: paso inferior, b: paso superior, c: paso a través. ....	55

FIGURA 3.35 Vagones.....	57
FIGURA 3.36 Diagrama de vías férreas de FMO.....	60
FIGURA 3.37 Tipos de Vagones.....	62
FIGURA 3.38 Dimensiones de riel RE – 132 AREMA.....	64
FIGURA 5.1 Flujograma de metodología.....	90
FIGURA 5.2 Sección Transversal Tipo.....	93
FIGURA 5.3 Pantalla de inicio de Autodesk Land Development Desktop.....	99
FIGURA 5.4 Malla de triángulos en 3D.....	100
FIGURA 5.6 Pantalla de Terrain Model Explorer.....	101
FIGURA 5.7 Ventana de definición de las curvas de nivel.....	102
FIGURA 5.8 Menú Alignments.....	103
FIGURA 5.9 Pantalla de edición del Alineamiento.....	104
FIGURA 5.10 Menú Profile.....	105
FIGURA 5.11 Selección del método de creación de Curvas Verticales.....	106
FIGURA 5.12 Menú Cross Sections.....	107
FIGURA 5.13 Pantalla Design Control para las secciones transversales.....	108
FIGURA 5.14 Sección transversal 0+000 del Grupo Redondo.....	113
FIGURA 5.15 Sección transversal 1+500 de San Isidro _ Derecho.....	114
FIGURA 6.1 Comparación del Movimiento de Tierra de los ramales.....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

DESCRIPCIÓN	# PÁG.
TABLA 2.1 Reservas Geológicas de mineral de Fe del DFP.....	24
TABLA 3.1 Clasificación de las vías de acuerdo a la velocidad.....	29
TABLA 3.2 Descripción de los parámetros de una curva espiral.....	31
TABLA 3.3 Flota de locomotoras de CVG-Ferrominera Orinoco C.A.....	61
TABLA 3.4 Flota de vagones de CVG-Ferrominera Orinoco C.A.....	61
TABLA 3.5 Clasificación del Balasto por su granulometría.....	63
TABLA 5.1 Cuadro comparativo de los Software´s.....	94
TABLA 5.2 Cuadro comparativo de alternativas de trazados.....	97
TABLA 5.3 Alineamiento vertical de los trazados.....	112
TABLA 6.1 Cuadro comparativo de los trazados resultantes.....	116

# INTRODUCCIÓN

---

Ferrominera Orinoco C.A (FMO), perteneciente a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), tiene como responsabilidad la explotación del mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y competitividad, de manera sostenible y sustentable, para abastecer de finos, gruesos del mineral, pellas para altos hornos y reducción directa de forma oportuna, suficientemente a la industria siderúrgica nacional y aquellos mercados internacionales que resulten económicos y estratégicamente atractivos, garantizando la rentabilidad de la empresa y contribuyendo al desarrollo económico del país.

Por lo tanto, el objetivo principal de este Trabajo Especial de Grado, referido al tema “*Diseño del trazado de vía férrea para el tramo San Isidro y Grupo Redondo*”, se presenta por la necesidad de realizar un estudio que plantee alternativas de trazados de plataformas ferroviarias, con el propósito de favorecer la vía existente, permitir habilitar nuevos frentes de explotación, contribuir con el desarrollo de los planes de incremento de producción, asegurar que el mineral de hierro extraído de los frentes de explotación pueda ser transportado de forma eficaz y segura a Puerto Ordaz, para su posterior transformación y comercialización, satisfaciendo las expectativas de CVG-FMO.

Por lo cual, el estudio se expone mediante capítulos, comenzando con el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de una investigación de campo-correlacional, no experimental, en donde se realza la importancia de este medio de transporte; seguido de una amplia descripción en el capítulo II del Distrito Ferrífero Piar como zona de estudio, que se complementa con el fundamento teórico que abarca las características generales de una vía férrea entre otras cosas, con el fin

de plasmar todos los parámetros necesarios para la evaluación de los trazados con los programas Land Development Desktop 2005 y Civil Design de los cuales se presenta una visión general de los mismos y el procedimiento ejecutado durante el desarrollo del proyecto en el capítulo IV, según la metodología de diseño ferroviario que fue proyectada a través de un plan de acción y la cronología establecida en el anteproyecto, en función de la obtención de resultados de acuerdo con lo objetivos propuestos.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

---

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente CVG-FMO, transporta alrededor de 20 millones de toneladas anuales de mineral de hierro no procesado (todo-en-uno), fino y grueso, mediante una red ferroviaria dentro del Cuadrilátero Ferrífero San Isidro, que se conecta con los 100 km de vía férrea que lleva el mineral hasta las plantas de reducción directa en el sector Industrial de Matanzas (Sidor, Planta de Pellas de Ferrominera, Orinoco Iron, Comsigua y Posven) en Puerto Ordaz, Ciudad Bolívar, lo que se efectúa con 39 locomotoras de 1.750 hasta 4.000 HP de potencia y 1.593 vagones aproximadamente.

Sin embargo, la meta para el presente año (2005) es de 22 millones de toneladas con un incremento paulatino para los años venideros, por lo cual, la Gerencia de Minería está realizando planes mineros en diferentes yacimientos, con la finalidad de desarrollar nuevos frentes de explotación para cubrir la demanda del mineral a corto y largo plazo. Conjuntamente, con una política de modernización de sus equipos, que se ha podido constatar a razón de la adquisición a partir del 2.003 de seis modernas locomotoras, obtenidas en Canadá, fabricadas por la General Motors (Canadá), que cuentan con características técnicas, en las que se destacan un motor diesel de 16 cilindros turbo alimentado por 4 mil caballos de fuerza, un sistema de inyección electrónica, diversos componentes computarizados para una mayor facilidad de la operación e importantes reducciones en el consumo de combustible. Al mismo tiempo, cumplen con las normas ambientales y de tráfico establecidas por el Instituto Autónomo de Ferrocarriles del Estado Venezolano (IAFE) y la legislación federal de los Estados Unidos (Normas AREMA); siendo las locomotoras más avanzadas y potentes dentro del parque ferroviario nacional. Además, la obtención de

nuevos equipos de acarreo de mayor capacidad, como lo son los camiones Komatsu (170 Tn), lo cual, se integra con el aprovechamiento del mineral de bajo tenor a través de la construcción de la “*Planta de Concentración de Cuarcita*” y un sin número de nuevas políticas en pro del desarrollo de la empresa; pero en estos momentos se cuenta con una sola vía férrea para el transporte hasta Puerto Ordaz, que cumple en forma relativamente ajustada con el tráfico de trenes impuesto por el ritmo de producción que se tiene actualmente y que se proyecta en los planes a largo plazo.

De lo anterior, se desprende la necesidad de elaborar un proyecto que evalúe la factibilidad de construir una vía férrea paralela a la existente dentro del Cuadrilátero Ferrífero San Isidro o un trazado en otra dirección que contribuya al aumento de la capacidad de producción de hierro de CVG–FMO.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar el trazado para vías férreas alternas a la existente en el Distrito Ferrífero Piar, mediante los programas Land Development Desktop 2005 y Autodesk Civil Design, con el fin de establecer una solución para el transporte de más de 22 millones de toneladas (Tn) anuales de mineral de hierro de CVG-Ferrominera Orinoco C.A., Ciudad Piar, Estado Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Delimitar la zona de estudio en coordenadas locales San Isidro.
- Fijar los parámetros de diseño para plataformas ferroviarias según las normas AREMA 2000 y la experiencia de CVG-Ferrominera Orinoco C.A.
- Formular las alternativas de trazados de plataformas para vías férreas del Distrito Ferrífero Piar.
- Evaluar los trazados mediante los programas Land Development Desktop 2005 y Autodesk Civil Design.
- Comparar los resultados obtenidos para cada trazado.
- Proponer el trazado más recomendable desde el punto de vista técnico.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Con la visión de obtener el mejor aprovechamiento de los recursos minerales de los yacimientos de hierro de CVG-Ferrominera Orinoco C.A., la empresa trabaja en función de una planificación minera sustentable, que implique entre otras cosas, el correcto diseño del pit límite de los yacimientos, la distribución de los equipos, el manejo de la producción, del beneficio mineral, de la prevención de los impactos ambientales, del acarreo desde los frentes hasta los muelles o estaciones de cargas y por supuesto del transporte del mineral a las plantas de procesamiento (Puerto Ordaz); todo esto con la finalidad de ejecutar una minería que pueda satisfacer la creciente demanda de hierro a nivel nacional y mundial.

Es por esto, que el diseño de plataformas de vías ferroviarias alternas a la existente dentro del Distrito Ferrífero Piar, plantea la posibilidad de establecer una solución apropiada para el transporte de más de 22 millones de Tn anuales de hierro producidos por las minas que están a cargo de FMO, ayudando a solventar el inconveniente de que la empresa sólo cuenta con una vía ferroviaria principal para el transporte de su mineral desde el Cuadrilátero Ferrífero San Isidro (CFSI) hasta Puerto Ordaz, lo que incide de forma negativa en los planes de evaluación del incremento de la producción que la empresa planea para años venideros; aumento de la extracción que debe impulsarse con el propósito de que existan mejoras para la empresa, la comunidad en donde se desarrolla, la sociedad venezolana y en especial para la minería en Venezuela.

Simultáneamente, con esta investigación se pretende establecer un patrón para el diseño de vías férreas, debido a que es un adecuado y muy ventajoso sistema de transporte de mineral; contribuyendo así a llenar y actualizar el vacío de información que existe sobre el tema en el Departamento de Minas de la Universidad Central de Venezuela.

# CAPÍTULO II

## DISTRITO FERRÍFERO PIAR

### 2.1 UBICACIÓN

En Venezuela, el mineral de hierro se encuentra concentrado mayoritariamente en una zona denominada Distrito Ferrífero Piar (DFP), la cual se localiza en el estado Bolívar y representa un extensión de 80 km de ancho por 500 km de largo, cuyo límite por el norte parte desde la confluencia del río Orinoco con el río Apure, siguiendo el curso de este río -Orinoco- hasta los comienzos del delta, y su límite sur, de W-E, lo constituye el paralelo 7° 22' que pasa a 10 Km. al sur del Cerro Bolívar y continúa por el noreste de Upata, hasta el cruce del paralelo 8° con el meridiano 61° (S/A, “Mineral de Fe en Latinoamérica-Venezuela, s/f). (Ver fig. 2.1).



Fuente: S/A. “Mineral de hierro en Latinoamérica-Vzla., 2003.

FIGURA 2.1 Ubicación de los yacimientos de CVG-FMO.

## **2.2 VÍAS DE ACCESO**

El DFP se encuentra interconectado al sistema nacional de vialidad mediante carreteras asfaltadas que parten desde Ciudad Bolívar (100 km) y Puerto Ordaz (110 km) hasta Cd. Piar. Las áreas de explotación igualmente se comunican con Cd. Piar a través de 18 km de vialidad; además, existe una pista de aterrizaje que permite la llegada de aviones pequeños, conjuntamente con el sistema ferroviario que se extiende desde el CFSI hasta Puerto Ordaz (136 km), (CVG-FMO “Estudio de los yacimientos del DFP”, 1991).

## **2.3 GEOLOGÍA**

La geología regional asociada al Distrito Ferrífero Piar comprende escudos de rocas precámbricas (Escudo de Guayana), que no fueron cubiertos completamente por el mar en el transcurso del tiempo geológico, debido a un tectónica activa durante el Precámbrico y movimientos terrestres relativamente estables al comienzo del Cámbrico.

En Sudamérica, el escudo Brasileño y de Guayana, se separan entre sí por la cuenca del Amazonas, que es expresión de una gran geofractura profunda que se proyecta a más de 700 km de la corteza. Por lo cual, el escudo de Guayana tiene forma oval y su parte septentrional se encuentra en Venezuela, al sur del curso del río Orinoco, mientras que su parte meridional se adentra en Colombia, Brasil, Guyana, Surinam y la Guayana Francesa. En la parte venezolana comprende rocas arqueozóicas y proterozóicas de muy diversas litologías, alteradas en mayor o menor escala durante una serie de episodios geotectónicos mayores (González de Juana, et al, 1980).

Basándose en los caracteres petrológicos y tectónicos, el Escudo de Guayana en Venezuela está integrado por: el Complejo Imataca, Supergrupo Pastora, Grupo Cuchivero y Grupo Roraima; unidades que se diferencian en sus direcciones estructurales, los estilos de deformación tectónica, asociaciones litológicas, metalogénicas y en sus edades. Petrológicamente, el Complejo Imataca pertenece al denominado cinturón granulítico, el Supergrupo Pastora a los cinturones de rocas

verdes, el Grupo Cuchivero se caracteriza por grandes extensiones de granitos (1.800 ± 200 m.a.) y granitos post-tectónicos (1.500 m.a.), y el Grupo Roraima es una cobertura discordante sobre rocas pertenecientes a Pastora o Cuchivero.

Los depósitos de mineral del DFP se describen a través de las formaciones de hierro del Complejo de Imataca y a la Formación Mesa; por lo cual, se detallan dichas unidades geológicas a continuación (Chase, R., 1965):

### 2.3.1 Complejo de Imataca

**FIGURA 2.2** Croquis de ubicación del Complejo de Imataca.



Fuente: PDVSA-INTEVEP, 1997.

2.3.1.1 Consideraciones históricas: Newhouse y Zuloaga (1929) describieron originalmente Serie Imataca, como una unidad de formación de hierro expuesta en la serranía de Imataca. Bucher (1952) considera las cuarcitas ferruginosas, o formaciones de hierro de Imataca, como un simple miembro del complejo metamórfico que se extiende desde el Pao, hasta el Orinoco. Morrison (1953) propone el nombre de Grupo Imataca, para incluir las unidades formacionales siguientes: cuarcitas ferruginosas, mármol dolomítico, esquistos hornabléndicos y paragneis. Chase (1965) introduce el término Complejo de Imataca, por considerar “que la complejidad de la estructura, hace improbable que se logre la determinación de una sucesión inequívoca de formaciones dentro del conjunto”, y lo describe, en el cuadrilátero Adjuntas-Panamó, como "una secuencia estratigráfica de gneises intensamente metamorfizadas, con intercalaciones de granito. Kalliokoski (1965) define el complejo, asentando que sus rasgos más característicos son: “la presencia de estratos de formación de hierro, en una secuencia compuesta predominantemente de gneises cuarzo-feldespáticos, con algunos miembros hornabléndicos o piroxénicos; el grado de metamorfismo, que varía desde el de anfíbolita hasta granulita piroxénica y la naturaleza compleja de las estructuras” (Ver fig. 2.2).

2.3.1.2 Localización y extensión geográfica: se localiza en el estado Bolívar dentro del cuadrilátero de Las Adjuntas situado en el municipio Raúl Leoni; hoja de cartografía nacional 7.740, escala 1:100.000. Es por esto, que Ascanio (1975) recomienda como localidad, la expuesta en la carretera Puerto Ordaz-La Paragua. Por lo tanto, alcanza dimensiones hectokilométricas, tanto en ancho, como en su extensión W-E; ocupando una faja al norte del escudo de rumbo E-NE, con un límite occidental a unos 15 km al este de Maripa y hacia el sur se extiende al oeste del río Caura bordeando el río Nichare, las cabaceras del río Cucharó y el salto Pará en el río Caura (PDVSA–INTEVEP, 1997).

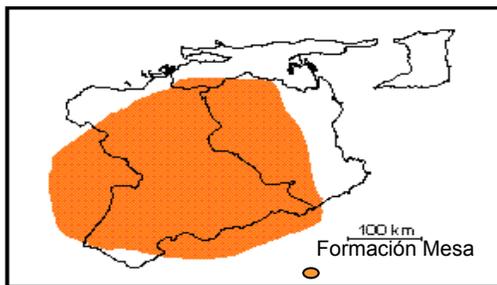
2.3.1.3 Descripción litológica: el Complejo de Imataca consiste en orden de abundancia decreciente, de una secuencia, de granulitas plagioclásicas-cuarzo-piroxénicas, granulitos microclínicas-cuarzo-plagioclásicas-piroxénicas, gneis cuarzo–feldespático-cordierítico-granatífero-biotítico-silimanítico-grafítico y formaciones de hierro, con las siguientes litologías secundarias: cuarcita, caliza impura metamorfizada, roca rodonítica-granatífera, roca cuarzo-granatífero-grafítica y esquisto bronzítico-hornabléndico-biotítico. La secuencia está intrusionada por cuerpos graníticos básicos (PDVSA–INTEVEP, 1997).

2.3.1.4 Descripción estructural: el complejo se caracteriza por estructuras en forma de anticlinales bien desarrollados y sinclinales mal definidos, con rumbo E-NW. Sin embargo, hacia la porción occidental del complejo, se desarrollan domos equidimensionales, muchos de ellos orientados N-S; con tendencias estructurales dominantes NW al norte y N 60°-70° E al sur, más o menos paralelas a la falla de Guri, registrándose seis o más dominios tectónicos, separados entre sí por grandes fallas mayores, del tipo corrimiento. Con plegamiento isoclinal y replegamientos más abiertos. Por lo cual, los conjuntos del Complejo de Imataca están intensamente metamorfizados, y pertenecen en general a la subfacies de granulita hornabléndica (PDVSA–INTEVEP, 1997).

2.3.1.5 Edad: Precámbrico Temprano. Sin embargo, (Hurley, et al, 1977) señalan edades más viejas que 3.000 m.a., con base en los datos Rb/S en roca total, obtenidas de muestras del sitio de la represa de Guri, representadas por rocas granulíticas (PDVSA-INTEVEP, 1997).

2.3.1.6 Correlación: según PDVSA-INTEVEP (1997), el Complejo de Imataca puede correlacionarse con las granulitas y gneises del Grupo Kanuku en Guyana, con las granulitas del Río Falsino en Brasil, con las granulitas y rocas asociadas de las montañas Bakhuys en Surinám y con la Serie Isla de Cayena de la Guayana Francesa.

### 2.3.2 Formación Mesa



Fuente: PDVSA-INTEVEP, 1.997.

**FIGURA 2.3** Croquis de ubicación de la Formación Mesa.

#### 2.3.2.1 Consideraciones históricas:

Hedberg y Pyre (1944) designaron como Formación Mesa, a los sedimentos jóvenes que cubren las masas de Venezuela oriental.

2.3.2.2 Localización y extensión geográfica: según PDVSA-INTEVEP (1997), la Formación Mesa se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas). Se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar, inmediatamente al sur del río Orinoco (fig. 2.3).

2.3.2.3 Descripción litológica: la Formación Mesa consiste de arenas de grano grueso y gravas, con cemento ferruginoso y muy duro; conglomerado rojo a casi negro, arenas blanco-amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limonita. Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a finos al

alejarse de las cadenas montañosas del norte y, desde la parte central de Monagas al macizo de Guayana, gradan de finos a gruesos (PDVSA–INTEVEP, 1997).

2.3.2.4 Contactos: la Formación Mesa suprayace en contacto concordante y transicional, a la Formación Las Piedras (Plioceno).

2.3.2.5 Espesor: el espesor de la Formación Mesa es muy variable, pero en términos generales disminuye de N-S, como consecuencia del cambio en la sedimentación fluvio-deltáica y aumenta de W-E, por el avance de los sedimentos deltáicos (González de Juana *et al.*, 1980). En la Mesa de Maturín, la Formación Mesa tiene un espesor máximo de 275 m, mientras que en el estado Bolívar llega a los 20 m.

2.3.2.6 Edad: con base en la relación transicional con la Formación Las Piedras (Plioceno), se ha postulado una edad del Cuaternario (Pleistoceno) para la Formación Mesa (PDVSA–INTEVEP, 1997).

## **2.4 RELIEVE**

Se presentan serranías y diversas formaciones rocosas propias del Complejo de Imataca y de la Formación Mesa, comprendidas entre el río Orinoco al norte, la falla de Santa Bárbara al sur, el río Caroní al este y el río Aro al oeste; es decir, acantilados característicos de formaciones sedimentarias horizontales. En la faja del Cerro Bolívar al sur de la falla de Guri, la topografía está caracterizada por afloramientos de formación de hierro entre los Cerros Arimagua y el Trueno. En la faja de Santa Rosa se desarrolla un grupo de colinas alargadas y paralelas controladas por gneises cuarzos feldespáticos bandeados (CVG–FMO “Estudio de los yacimientos del DFP”, 1991). En general, las características fisiográficas de las sabanas en la región del DFP son típicas de superficies erosionales de escudo. Con topografía suavemente ondulada y de relieve bajo, representa un peniplano con suelos arenosos, arcillosos y frecuentemente lateríticos producto de la descomposición de las rocas originales.

## **2.5 VEGETACIÓN**

Según CVG-TECMIN (1991), la vegetación sobre las menas de costras de yacimientos del DFP es escasa, formadas por arbustos achaparrados, por lo que la misma ha sido clasificada como de “bosques tropófitos macrotérmicos” y bosques pluviales. El arbusto que más abunda sobre los suelos de la región es una especie denominada “Copey”, sobre todo una de ellas, exclusiva de la de zona, la Clusia Lakeli, indicativa de la existencia de menas ferríferas.

## **2.6 CLIMA Y PRECIPITACIÓN**

El clima de la Guayana septentrional puede clasificarse como clima tropical seco. La temperatura media de la región es de 26 °C (tomada en Cd. Piar), con un máximo de 32 °C y un mínimo de 21 °C respectivamente, caracterizado por fuertes y torrenciales lluvias durante el invierno y prolongadas sequías durante el verano. La precipitación media es de 1.375 mm por año (Cd. Piar). Las lluvias se producen durante los meses de marzo y octubre, con mayor intensidad entre julio y agosto (CVG-FMO “Plan a 25 años”, 2001).

## **2.7 HIDROGRAFÍA**

La red hidrográfica de la región pertenece a la “Hoya Hidrográfica del Orinoco”, por lo cual, los ríos principales drenan según el rumbo de la foliación de gneises y formaciones de hierro. Los cursos de agua en esta región son en su mayoría intermitente y torrenciales, mientras que las quebradas: Tocoma, Mereicito, Purgatorio y Araciana son permanentes (CVG-FMO “Plan a 25 años”, 2001).

## **2.8 TIPOS LITOLÓGICOS PRESENTES EN LOS YACIMIENTOS DEL DISTRITO FERRÍFERO PIAR**

Según el informe de CVG-FMO sobre Menas y Rocas del Distrito (s/f), el proceso de enriquecimiento supergénico de las cuarcitas ferruginosas ha dado origen a distintos tipos litológicos de menas según la intensidad o naturaleza del proceso, proporcionando como resultado menas de alto tenor ( $Fe > 55\%$ ) y menas de bajo tenor

(Fe<55%); que a su vez se subdividen sobre la base de sus características físicas, químicas y de textura en diferentes subtipos; divisiones que se presentan a continuación:

### **2.8.1 Menas de alto tenor**

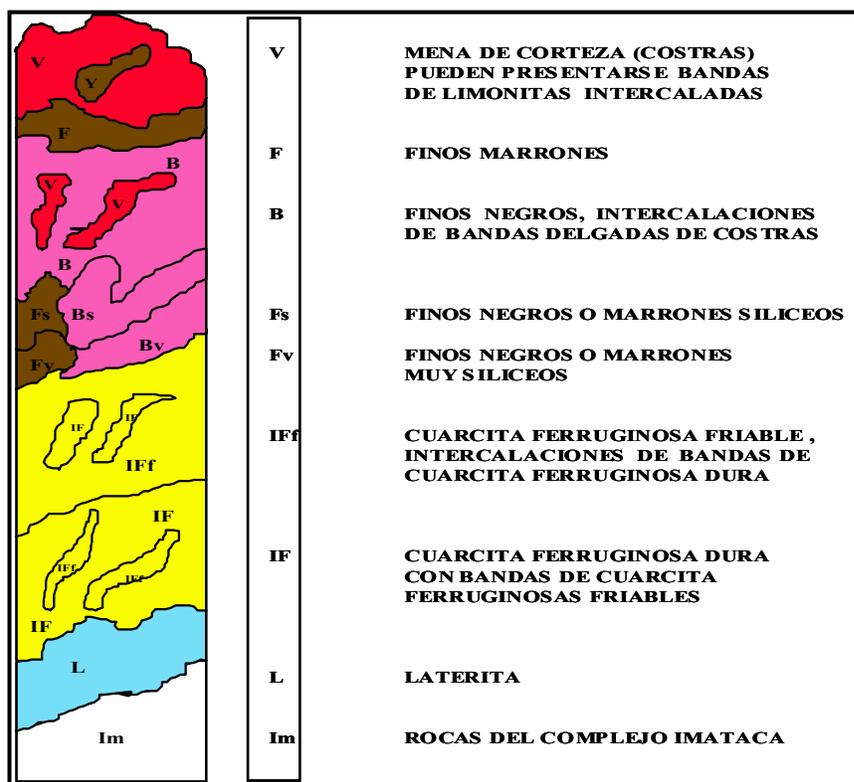
Son aquellas que contiene Fe seco>55%, SiO<sub>2</sub><6%, P<0.12%, y se subdividen en: Blandas y Duras (Ver fig. 2.4).

2.8.1.1 Menas blandas o friables [B, F, Y]: se agrupan bajo el término de finos y tienen aspecto de arena suelta, moderadamente hidratadas, con porosidad alta, frecuentemente se muestran finamente laminadas. Se presentan con un bajo contenido de sílice (0-2%) y un tenor promedio de 64% de Fe seco. En este grupo podemos distinguir:

**Finos negros (B):** están formados fundamentalmente por granos sueltos que se derivan de cuarcitas con alto contenido de hematita, probablemente sin ferrosilicatos. Debido a una alta porosidad, tienen la consistencia de arenas sueltas de color gris acerado o negro. Alcanzan tenores hasta 69% de Fe seco.

**Finos marrones (F):** presentan una pequeña variación química con respecto a los finos negros, traducida en un aumento en el contenido de la alúmina y de la pérdida por ignición (PPR) que se debe a un incremento en el contenido de gohetita y minerales alumínicos. Tienen un color marrón claro a oscuro. Suelen encontrarse en el yacimiento por encima de los finos negros e infrayacentes a las costras superficiales.

A su vez, tanto los finos negros como los finos marrones se subdividen de acuerdo al contenido de sílice en finos silíceos (Bs-Fs) y finos muy silíceos (Bv-Fv). Estos son semejantes a los finos simples pero con mayor proporción de sílice remanente, que va en los finos silíceos de 2 a 6% y en los finos muy silíceos es mayor al 6%, limitado a un contenido de Fe (seco) mayor al 55%. En el yacimiento suelen ocurrir en contacto directo con la cuarcita ferruginosa (CVG-FMO “Reservas Geológicas del DFP”, 2004).



Fuente: CVG-FMO "Menas y Rocas del DFP", s/f.

**FIGURA 2.4** Columna litológica de los yacimientos del Distrito Ferrífero Piar.

**Limonita (Y):** constituida mayormente por limonita térrea, blanda, porosa, de color ocre amarillo, y en menor proporción por minerales de arcilla. Mineralógicamente está formada por gohetita críptocristalina y agua capilar o de absorción. Se considera como el producto de meteorización de formaciones ferríferas muy ricas en ferrosilicatos. Se caracteriza por alto contenido de agua de cristalización (más del 8%) y tenor de 56 a 60% de Fe seco.

2.8.1.2 Menas duras: de acuerdo a lo expuesto en CVG-FMO "Menas y Rocas del DFP" (s/f); estas se agrupan bajo el término de *Costras (V)* y suelen localizarse en las zonas superficiales del yacimiento a manera de casquetes que recubren las bolsadas de finos, aunque ocurren también interestratificadas con los finos en profundidad. En general, muestran texturas porosas y cavernosas, contienen fragmentos rodados de

otras menas y puede ser laminada, bandeada o masiva. Mineralógicamente están compuesta por aportes variables de hematita, gohetita y limonita; con pequeñas proporciones de aluminio-silicatos alterados. Su tenor promedio es de 64% aproximadamente, entre los subtipos se tiene:

**Costra Masiva (V):** muestra textura porosa, contiene fragmentos de otras menas y no presenta laminación remanente. Corresponde a un proceso avanzado de meteorización superficial con precipitación intensa de hidróxidos de hierro coloidales y relleno parcial del espacio poroso. Suele recubrir bolsadas de finos con alta proporción de bandas de limonita amarilla. El tenor en Fe seco es de 62 a 67%.

**Costra Laminada (Vp):** típicamente se desarrolla en los flancos superiores de los yacimientos cerca del contacto con las cuarcitas ferruginosas, alcanza hasta 67% de Fe seco, donde la limonita se presenta distribuida en láminas alternadas de poco espesor, a veces frágiles y desmenuzables.

**Costra Hematítica (Vh):** compuesta principalmente por hematita especular (oligisto), diferenciándose de los finos negros por presentar un mayor contenido de alúmina, sílice y pérdida por ignición. La costra hematítica va desde homogénea hasta cristales desarrollados, ocurriendo a diferentes niveles del yacimiento, en especial, interstratificada con las menas friables en profundidad; alcanzando un tenor entre 64 y 69% de Fe.

**Costra Gohetítica (Vg):** constituida de gohetita macrocristalina o amorfa, masiva, dura y frágil, de color pardo de brillo mate o negro de brillo adamantino. Mineralógicamente esta gohetita es bastante pura, en pequeñas cantidades, se presenta limonita cementada, cristales de gohetita y cuarzo. Presenta alto contenido de fósforo y el contenido de alúmina se eleva en ésta, posiblemente por la presencia de hidróxido de aluminio (Gibbsite). Los minerales distintos a los óxidos e hidróxidos de hierro están en un porcentaje inferior al 5% aproximadamente. Tiene un tenor entre 58-63% de Fe seco.

**Costra Limonítica (Vy):** presenta un color amarillento y está constituida por limonita como componente mayoritario, el cuarzo, el caolín, la gibbsite y otros

minerales se encuentran en proporciones menores al 5%. Químicamente presentan alúmina, con porcentaje de pérdida por ignición y fósforo elevado. Desarrollándose por encima de los finos marrones muy hidratados.

### **2.8.2 Menas de bajo tenor**

Según CVG-FMO “Reservas geológicas del DFP” (2004), son aquellas que contiene un porcentaje menor o igual al 55% de Fe seco, y se subdividen en:

2.8.2.1 Cuarcita ferruginosa dura (IF): constituye la roca primaria fresca a partir de la cual se originan las menas de hierro. Es de color gris a gris oscuro, presenta estructura bandeada bien definida con espesores de bandas que van desde 0.5 mm a varios centímetros, con granos minerales uniformemente diseminados, otras presentan estructuras ojasas con lentejones irregulares de cuarzo y óxido de hierro como resultante de intensa reorganización metamórfica. También, se encuentran cuarcitas macizas, sin esquistosidad ni bandeamiento definido. Mineralógicamente están compuestas de magnetita, hematita, poca gohetita y proporciones menores de mica, anfíbol, calcita y apatito.

2.8.2.2 Cuarcita ferruginosa friable (Iff): es una cuarcita parcialmente lixiviada por remoción incipiente de sílice. Según el grado de meteorización su tenor varía entre 45% y 55% de hierro seco. En profundidad pasa a cuarcita ferruginosa dura (fresca) o se encuentra en contacto directo con la laterita. Mineralógicamente se compone por granos de hematita, martita (magnetita parcialmente oxidada a hematita), algo de gohetita y la ganga es principalmente cuarzo.

2.8.2.3 Laterita (Lat): es producto residual de la meteorización profunda de gneises, esquistos y rocas intrusivas adyacentes intercaladas con las cuarcitas ferruginosas y menas de hierro. Presenta color blanco, rosado o pardo y estructura bandeada remanente de la foliación de las rocas primarias. Su alto contenido en sílice (30%),

alúmina y bajo contenido de hierro (10 a 15%) la clasifica como mineral estéril. Ocurre principalmente en los flancos de los yacimientos.

## **2.9 DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS**

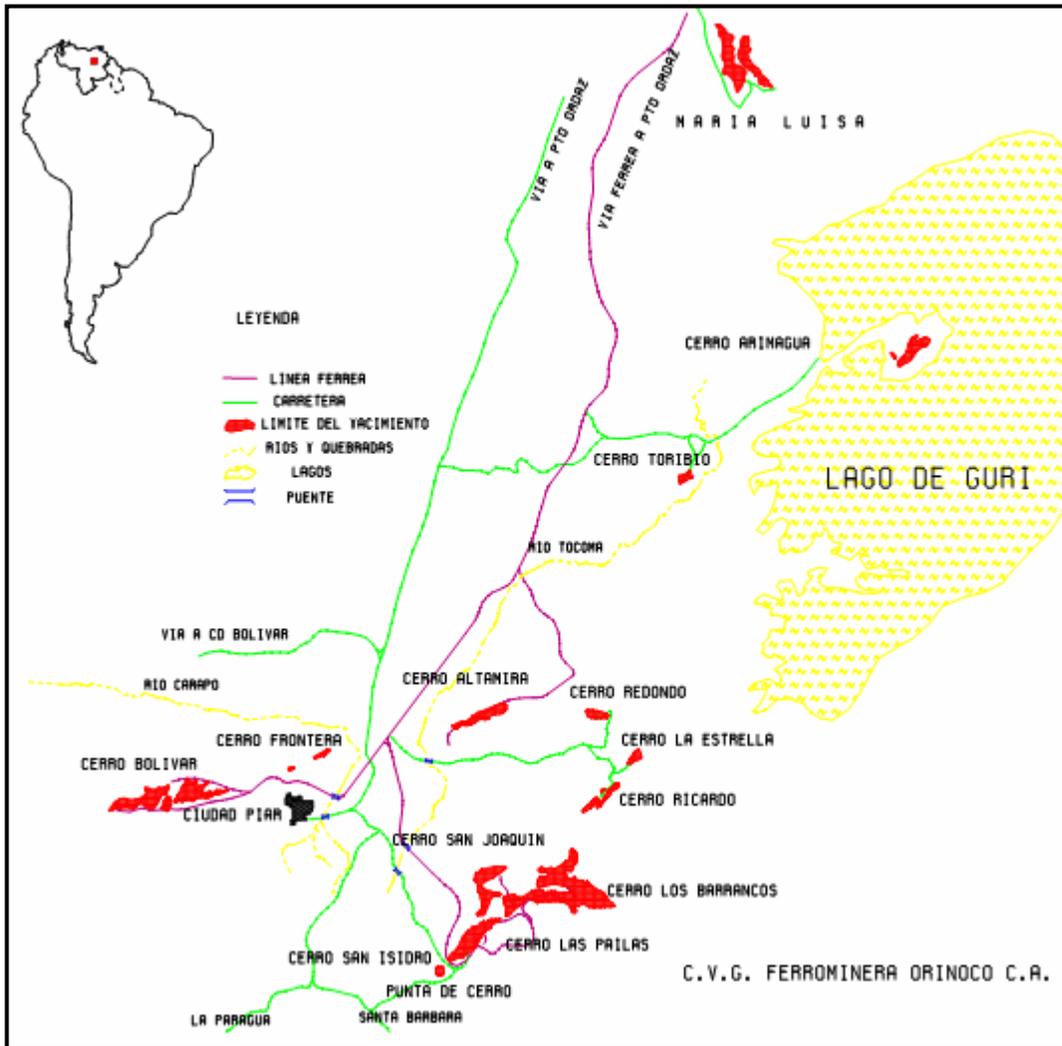
Según en informe interno sobre “*Estudios de los Yacimientos del Distrito Ferrífero Piar (DFP)*”, realizado por CVG-FMO (1991); en el DFP se ubican los yacimientos de mayor importancia de hierro a nivel nacional, tanto por su contribución a la producción actual como por sus potencialidades. Estos yacimientos son: Cerro Bolívar, Cuadrilátero San Isidro (San Isidro, Los Barrancos, Las Pailas y San Joaquín), Altamira, Grupo Redondo (Redondo, La Estrella y Ricardo), Toribio, Arimagua, María Luisa, entre otros (Ver fig. 2.5).

### **2.9.1 Cerro Bolívar**

Es una colina de 11 km de largo por 3 km de ancho localizado en el Estado Bolívar. Siendo un anticlinal flanqueado por dos sinclinales y sobre los flancos del anticlinal descansan bandas de gneis y anfibolitas meteorizadas, solo en el fondo de los sinclinales se desarrollan los cuerpos de mena residual de hierro de grano fino. Sin embargo, se descarta la reapertura de esta mina que fue cerrada en 1998 dado que sus reservas de mineral de alto tenor presentan un contenido promedio de  $P \geq 0.100 \%$ , el cual es muy elevado para los requerimientos a largo plazo de la empresa. Es de destacar que este fue el primer yacimiento en explotarse del DFP en la década de los años 50.

### **2.9.2 Cuadrilátero Ferrífero San Isidro**

Según CVG-FMO “Reservas geológicas del DFP” (2004), el Cuadrilátero Ferrífero San Isidro, está localizado en el DFP con una extensión de 11 km largo por 5 km de ancho. La estructura del Cuadrilátero, corresponde al patrón estructural del Complejo Imataca; con fallas regionales principales orientadas N-S, desviaciones locales, donde el plegamiento es isoclinal con planos axiales que buzcan hacia el sur.



Fuente: CVG-FMO "Fotos", 2005.

**FIGURA 2.5 Ubicación de los yacimientos del Distrito Ferrífero Piar.**

Los cuerpos de mena se muestran en la parte superior de los cerros entre los 430 m y los 800 m sobre el nivel del mar; en la superficie afloran casi exclusivamente menas duras (costras) en tanto que a mayor profundidad se encuentran diferentes tipos de menas friables (finos) intercalados con las costras; estos finos eventualmente degradan a cuarcita ferruginosas friables y duras hasta alcanzar las áreas de lateritas.

El Cuadrilátero pudiera ser considerado como un solo depósito, no obstante debido al procesamiento de los datos y al hecho de estar separados por cuerpos de estéril, ha sido dividido en los depósitos, que se describen a continuación:

2.9.2.1 Cerro San Isidro: es una colina alargada de 10 km de largo por 2 km de ancho, con una altura máxima de 710 m.s.n.m. La estructura general de San Isidro es un sinclinorio asimétrico con plegamiento isoclinal estableciendo un modelo tipo “echelon” lo cual produce los depósitos formados por bolsadas de mineral entre elevaciones estructurales de cuarcitas ferruginosas. El flanco sur de este sinclinorio fue eliminado por fallamiento; de esta manera, el anticlinorio hacia el norte era tal que el bloque central produjo un bloque deprimido, el cual fue alargado oblicuamente por el efecto tectónico, por lo que muestra un acotamiento horizontal; esto en adición al alargamiento de las masas debido al plegamiento, produjo un volumen de protomenas (cuarcitas ferruginosas) que desarrollaron el enriquecimiento supergénico del depósito San Isidro, provocando que este yacimiento sea el de mayor calidad y volumen de mena dentro del DFP; por lo cual, ha sido explotado desde 1986 hasta nuestros días.

2.9.2.2 Cerro Las Pailas: este yacimiento comienza su explotación a partir de 1992, a pesar de ser el de menor tamaño dentro del Cuadrilátero, su importancia radica en localizarse en el centro de gravedad del mismo, por lo cual, está rodeado por el cerro San Joaquín hacia el NW, por los Barrancos al NE y por San Isidro hacia el SW, por tal razón sirve de enlace con todo los yacimientos del CFSI. Las Pailas tiene una forma redondeada, su altura máxima es de 700 m.s.n.m. Los elementos de foliación tienen dirección N-S, las fallas y fracturas tienen rumbo N 60° W, y a pesar de constituir un sinclinal insertado entre otras estructuras mayores, ha mantenido una posición elevada al resistir la erosión (Ascanio, T., 1975). De acuerdo al Plan de Minas 2001-2025 de CVG-FMO, Las Pailas estará en producción hasta el 2011 aproximadamente.

2.9.2.3 Cerro Los Barrancos: es el yacimiento más oriental del CFSI y de mayor extensión. Su parte sur forma un escarpado (barranco) de falla de unos 3 km en dirección W-E. Es un depósito de estructura compleja y de una topografía bastante irregular; por lo cual, ha sido dividido en cinco zonas (A, B, C, D y E) debido a su

gran extensión y diferencias estructurales, que pudieran ser pseudo-cuerpos separados; donde las zonas A y B forman parte del área denominada los Barrancos I y las zonas C, D y E de los Barrancos II, donde su altura máxima es de 790 m.s.n.m., y en superficie aflora la mena de costra, la cual recubre la mena friable. Los Barrancos han estado en producción desde 1990.

2.9.2.4 Cerro San Joaquín: el yacimiento está ubicado geográficamente entre las coordenadas, 7° 35' de latitud norte y 63° 15' de longitud oeste; al noroeste de Las Pailas cuya mena es la más silíceo del CFSI, debido a que está compuesto por metasedimentos y rocas magmáticas metamorfozadas, con intercalaciones de cuarcita ferruginosa. Además, es una colina alargada de aproximadamente 2,8 km de largo y 1,3 km en su parte más ancha y 765 m.s.n.m. de altura en su punto más alto. Asimismo posee a su alrededor por partes llanas, ligeramente onduladas, con elevaciones que oscilan entre 100 y 300 m, denominada sabanas con estructuras redondeadas de regular tamaño y compuestas por gneises graníticos (CVG-FMO “Plan a 25 años”, 2001).

### **2.9.3 Cerro Altamira**

Se ubica a 18 km hacia el Este del Cerro Bolívar y a unos 15 km al NE de Cd. Piar. Tiene una altura máxima de 628 m.s.n.m. El cerro tiene forma de (J) en reverso, siendo la curva de la letra convexa hacia el oeste y la parte recta se extiende hacia el este. El eje principal tiene 5 km de largo y la curva 2 km. La estructura geológica es compleja, ya que está constituida por pliegues cerrados y extensas fallas que han afectado las formaciones de hierro asociadas. En la mayoría de los casos, las capas y foliaciones están interrumpidas y, raramente, se pueden seguir por más de unos cuantos de metros, debido a las brechas causadas por movimientos de fallas, a los plegamientos cerrados y el colapso de cavernas.

Sin embargo, el cuerpo mineralizado del cerro Altamira está dividido en tres secciones, según su importancia económica: los yacimientos Oriental, Central y Occidental, separados por masas de lateritas. Los yacimientos se encuentran en los

flancos de un anticlinorio mayor; el yacimiento Occidental yace en la nariz o cierre, y los yacimientos Central y Oriental en el flanco norte del extremo oeste de dicho anticlinorio. Los depósitos de menas se encuentran ubicados en las crestas y las partes altas de los flancos del cerro, por encima de los 550 m y en varios lugares en la ladera oeste, aflora a nivel 450 (CVG-FMO “Estudios de los yacimientos del DFP”, 1991).

Este yacimiento tuvo en producción desde 1970 hasta 1975, sin embargo, a partir de esta fecha y hasta 1977, se hizo un receso en la explotación, debido a una campaña de mantenimiento de taludes. Para en 1979 reanudar las actividades mineras que se mantuvieron hasta 1982, fecha a partir de la cual, se suspende las actividades debido a problemas económicos a nivel mundial. Y no es sino hasta el 2004 cuando FMO reanuda las labores de explotación en este yacimiento, motivado por la buena demanda del mineral existente (CVG-FMO “Reservas geológicas del DFP”, 2004).

#### **2.9.4 Grupo Redondo**

Posee reservas del orden de 159 millones de toneladas de mineral de hierro con 62% de contenido de hierro (Ascanio G., 1976). Estos yacimientos se encuentran actualmente en la etapa de exploración geológica. Está conformado por los siguientes cerros:

2.9.4.1 Cerro Redondo: se accede por una carretera engrazonada que es la continuación de la carretera Cd. Piar - Cerro Altamira a una distancia de 24 km. Se constituye de formaciones de hierro de grano fino, en forma de bolsones a uno y otro lado del yacimiento. Es el yacimiento más al norte del Grupo Redondo y está al este de Altamira; como su nombre lo indica tiene una topografía redondeada, con cota máxima de 560 m.s.n.m., donde la sabana circundante está alrededor de los 300 m.s.n.m. con dimensiones de (1) km de largo por 600 m de ancho aproximadamente (González, F., 2003).

2.9.4.2 Cerro La Estrella: está situado dentro del Grupo Redondo con las coordenadas 7° 30' N y 63° 16' W, es decir, con cerro Redondo al NW y Ricardo al

SW, por lo cual es el más al este, con una altura máxima de 600 m.s.n.m. Presenta mena en la parte superior de las laderas del cerro, por lo cual, muestra tres bolsadas recubiertas por mantos de costras. Actualmente, se accede sólo hasta pie de cerro, en la sabana del Purgatorio. La estrella tiene dimensiones aproximadas de 1.5 km tanto de ancho como de largo (González, J., 1965).

2.9.4.3 Cerro Ricardo: cerro Ricardo se encuentra a 19.5 km de la carretera Cd. Piar–Puerto Ordaz. Posee una longitud de 2.7 km y un ancho de 500 m, la cota de la sabana circundante es de 280 m.s.n.m., mientras que el cerro tiene una altura máxima de 545 m.s.n.m. Está constituido por formación de hierro de grano fino plegada en forma de un sinclinorio alojado en la parte superior de la columna estratigráfica expuesta. Las formaciones de hierro son lenticulares y además según el plano geológico se encuentra atravesado por varias fallas.

#### **2.9.5 Cerro Toribio**

Se localiza a 30 km en línea recta al NE de Cd. Piar, a él se accede por medio de una carretera engrazonada de 20 km de longitud, que comienza desde el km 95 de la carretera Cd. Guayana–Cd. Piar. Toribio es una colina de un (1) km de largo por 300 m de ancho, conformada por formaciones de hierro fino; la estructura principal es un sinclinal a cuyos lados se formaron bolsones de mena. Este yacimiento no se encuentra actualmente en producción, aunque para 1959 el Ministerio de Energía y Minas otorgó una concesión para una pequeña explotación en la zona.

#### **2.9.6 Cerro Arimagua**

Se encuentra a 50 km al Este del cerro Bolívar y colinda con el Vaso de Guri. El yacimiento forma parte de un sinclinorio cuyos estratos o capas son interdigitaciones de cuarcitas más o menos ricas en silicatos. Esto ha dado como resultado la formación de las menas de alta sílice similares a las del Grupo María Luisa, de relativamente fácil concentración.

### 2.9.7 Cerro María Luisa

Está localizado a un (1) km al este del km 81 del ferrocarril Puerto Ordaz-Cerro Bolívar. Está representado por los depósitos Petaquero, Plateado y Valleses, con rumbo general NW-SE. Estructuralmente, María Luisa es parte de un anticlinorio regional deformado por fallas; su eje está localizado al este del depósito y fuera del área mineralizado, con rumbo N67°W; sin embargo, la intensidad de la deformación no fue suficiente para destruir la estratificación. El plegamiento determina la distribución de los estratos, mientras el fallamiento tiene una condición subordinada que escasamente modifica los pliegues.

De forma general, se puede establecer que las reservas probadas totales de alto tenor del Distrito Ferrífero Piar son alrededor de 1.500 millones de Tn de mena, con una calidad promedio de 64% Fe, y 2.500 millones de Tn de bajo tenor. A continuación se presenta una tabla con los valores para los cerros antes descritos:

**TABLA 2.1** Reservas Geológicas de mineral de Fe del DFP

YACIMIENTO	PROBADAS				PROBABLES				POSIBLES				
	Alto Tenor		Bajo Tenor		Alto Tenor		Bajo Tenor		Alto Tenor		Bajo Tenor		
	Mt	% Fe	Mt	% Fe	Mt	% Fe	Mt	% Fe	Mt	% Fe	Mt	% Fe	
<b>Cerro Bolívar</b>	181,8	64,4	1010,0	39,7	-	-	-	-	-	-	2240,0	39,7	
<b>CFSI</b>	<b>San Isidro</b>	156,1	65,4	216,2	42,8	19,9	65,4	13,2	42,9	-	-	1888,6	43,1
	<b>Los Barrancos</b>	349,0	64,6	291,5	44,1	181,9	64,6	124,6	44,2	-	-	822,7	41,9
	<b>Las Pailas</b>	28,6	63,4	90,4	41,3	7,3	63,5	10,3	41,4	-	-	400,0	45,1
	<b>San Joaquín</b>	84,9	64,5	64,4	44,5	16,9	64,6	16,8	44,3	-	-	300,0	43,5
<b>Altamira</b>	132,5	63,5	270,4	42,0	26,1	63,5	84,8	41,8	-	-	376,1	41,4	
<b>Grupo Redondo</b>	102,0	62,4	77,3	44,0	67,5	62,4	39,3	43,9	-	-	800,0	45,0	
<b>Toribio</b>	18,8	63,9	9,9	47,6	15,8	63,9	8,8	47,4	-	-	100,0	45,0	
<b>Arimagua</b>	151,1	63,8	79,4	47,7	36,2	63,1	33,6	47,8	-	-	700,0	45,0	
<b>María Luisa</b>	93,0	58,1	247,0	41,9	-	-	-	-	-	-	-	-	

- : No existen valores.

Mt: Toneladas Métricas (Tn)

Fuente: Modificado de CVG-FMO "Reservas Geológicas Fe del DFP", 2004.

# CAPÍTULO III

## MARCO TEÓRICO

---

### 3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1 Hernández G., Teobaldo J. (2003)

Análisis técnico – económico de sistemas de transporte de bauxita para la explotación de los bloques 5 y 10 del yacimiento de Los Pijiguaos, Edo. Bolívar. Trabajo Especial de Grado, no publicado. Departamento de Minas, Esc. de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.

Este Trabajo Especial de Grado plantea y compara el diseño de una vía férrea, una cinta transportadora y el transporte de mineral mediante camiones, con el objeto de poder explotar la bauxita de los bloques 5 y 10 de Los Pijiguaos; por lo cual, se obtuvo que la cinta transportadora para las condiciones analizadas, era la más recomendable técnica y económicamente; sin embargo, el trabajo destaca los parámetros que intervienen en cada uno de los diseños, resaltando los componentes de la vía férrea y el elevado costo que representa en comparación con los otros medios de transporte analizados con base en las características evaluadas.

#### 3.1.2 Gómez G., Andrés M. (2003)

Procedimiento para diseño de una línea férrea mediante el uso del programa SDR Mapping & Design en la Mina Altamira, Ferrominera Orinoco C.A., Ciudad Piar, Edo. Bolívar. Trabajo Especial de Grado, no publicado. Departamento de Ingeniería de Minas de la Esc. de Ciencias de la Tierra, Núcleo de Bolívar, Universidad de Oriente.

Esta tesis se realizó con el propósito de diseñar el trazado de la vía férrea para la reapertura en el 2004 del yacimiento Altamira, con la cual, el material explotado

del yacimiento, podrá ser transportado hasta Puerto Ordaz para su comercialización. Dicho diseño fue analizado mediante el SDR M&D lo que permitió la evaluación del mejor trazado, de acuerdo a los parámetros establecidos por FMO.

### **3.1.3 CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (1996)**

Gerencia de Minería, Área de Planificación y Desarrollo de Minas. Desarrollo Minero.

Es un resumen elaborado por la Jefatura de Planificación y Desarrollo de Minas, que tiene por objeto orientar en la elaboración de lo que ellos denominan “Desarrollos Mineros”, destacando los parámetros de diseños de línea férrea para el transporte ferroviario, muelles de cargas y vías de acceso, según la experiencia de la empresa.

### **3.1.4 Jiménez, Moraima (1978)**

Ferrocarriles. Inédito de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, Edo. Zulia.

Es una guía elaborada por la profesora Jiménez como resultado de sus investigaciones, además de ser el soporte teórico de sus clases de vías de comunicación, en donde describe parámetros, pasos generales para elaborar un diseño de vías ferrocarrileras y en especial su importancia.

## 3.2 BASES TEÓRICAS

### 3.2.1 Ferrocarril

Un ferrocarril se define como el sistema provisto de una parte fija llamada “vía de rodamiento” sobre la cual se desplaza una parte móvil, denominada “material rodante” (fig. 3.1). El *material rodante* se apoya directamente sobre dos superficies metálicas que son los rieles o carriles y está integrado por vehículos tractores, denominados locomotoras, las cuales arrastran a las unidades móviles de transporte, llamados vagones.



Fuente: CVG-FMO “Fotos”, 2005.

**FIGURA 3.1** Ferrocarril de Ferrominera Orinoco C.A.

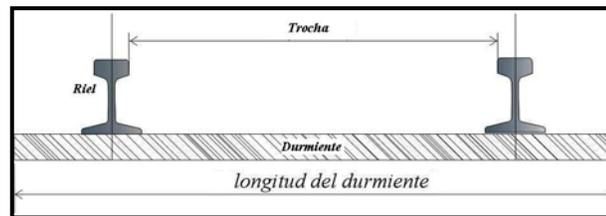
La *vía de rodamiento* está constituida por los rieles, los durmientes, los elementos de fijación entre ambos y los aparatos de la vía. (Ferrocarriles Nacionales de México, 1985).

### 3.2.2 Clasificación de las vías férreas

En la actualidad no se cuenta con una clasificación unificada de las vías férreas, debido a que las mismas presentan una gran variedad en sus características. Sin embargo, y tomando en cuenta algunos puntos de vista, se pueden clasificar en:

3.2.2.1 Líneas principales y secundarias: las líneas *principales* son aquellas que forman las grandes líneas troncales, y las *secundarias* son las que complementan la red formada por las anteriores, proporcionando así un sistema completo (Togno, F., 1982).

3.2.2.2 Líneas de vía angosta y ancha: esta clasificación corresponde al nivel de servicio que prestan las vías, sin tener en cuenta si es una línea principal o secundaria, es decir, que una línea principal no necesariamente debe ser línea ancha o viceversa, ya que esto dependerá de las asistencias necesarias luego de su construcción (Togno, F., 1982). Es de acotar que el ancho de la vía, definido como trocha de vía, es la separación que existe entre rieles, como se muestra en la figura 3.2.



Fuente: Universidad Mayor de San Simón, s/f.

**FIGURA 3.2 Trocha de la vía.**

3.2.2.3 Vía clásica y elástica: según Ferrocarriles Nacionales de México (1985), se denomina vía *clásica* a aquella constituida por juntas de rieles ordinarios sujetos a durmientes, mediante clavos de vía. Por el contrario, la *elástica* está compuesta por tramos de largos rieles soldados (LRS), convenientemente fijados a durmientes mediante un sistema adecuado de fijación doblemente elástica que evita el deslizamiento de los rieles y permitir la flexión de los mismos, disminuyendo las vibraciones y los impactos al paso de los trenes.

3.2.2.4 Clasificación de acuerdo a la velocidad: la Asociación Latinoamérica de Ferrocarriles (ALAF) plantea una clase de vía de acuerdo a la velocidad máxima de diseño de las locomotoras y según transporte mercancía o pasajeros. Todo esto con la finalidad de hacer distinción entre vías rápidas y lentas (Ver Tabla 3.1).

**TABLA 3.1** Clasificación de las vías de acuerdo a la velocidad

<b>CLASE</b>	<b>V<sub>máx</sub> para trenes de mercancía (Km/h)</b>	<b>V<sub>máx</sub> para trenes de pasajeros ( Km/h)</b>
<b>1</b>	15	25
<b>2</b>	25	40
<b>3</b>	40	60
<b>4</b>	50	80
<b>5</b>	60	90
<b>6</b>	70	100
<b>7</b>	90	120

Fuente: Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles (ALAF), 1996.

3.2.2.5 Run Away, vía de escape o emergencia: son un tipo de vía férrea de emergencia o de escape automática que maximizan el control de los riesgos derivados de posibles excesos de velocidad (debida a fallas humanas o mecánicas) de un tren en bajada. Todos los cálculos para el diseño de las vías de escape se hacen de acuerdo a la fórmula que rige la traslación de un móvil, teniendo en cuenta la energía cinética, la energía de rotación de las ruedas y la energía potencial.

### **3.2.3 Factores geométricos para el diseño de una vía férrea**

La mejor ruta de una línea férrea, es aquella que une dos o más puntos por medio de una línea recta, pero esto es difícil de lograr, debido a los accidentes topográficos, por lo tanto se hace necesario tramos rectos empalmados entre sí por curvas horizontales (vista de planta), mientras que en un perfil la vía estaría compuesta por tramos de pendientes diferentes que se unen entre sí por curvas verticales. A continuación se describe cada uno de estos factores (Jiménez, M., 1978).

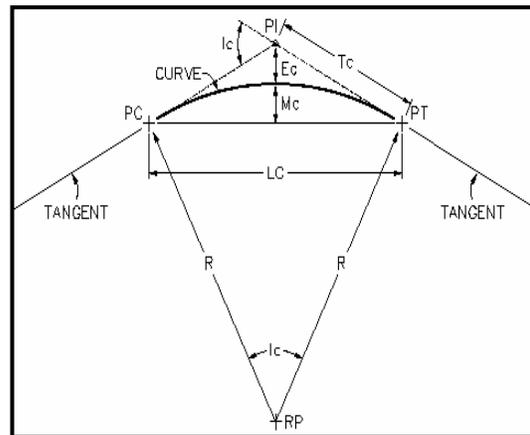
3.2.3.1 Alineamiento Horizontal: en el plano de una vía férrea se distinguen dos tipos de alineaciones: rectas y curvas; las rectas se caracterizan solo por su longitud, debido a que es la forma más corta de unir puntos. Las curvas por el contrario dependerán de su radio, siendo generalmente más largas. A continuación se describen los componentes del alineamiento (Oliveros, et al, 1977).

**3.2.3.1.1 Curvas Circulares:** se clasifican en curvas simples, espirales, compuestas y reversas (Ferrocarriles Nacionales de México, 1985).

Curvas Simples: así se denomina a un arco de círculo simple que empalma dos tangentes, presentando el mismo grado de curvatura en toda su longitud y por consiguiente el mismo radio. Estas son utilizadas en patios, vías secundarias, “Y”; en donde las velocidades son bajas (Autodesk, 2005).

La figura 3.3 describe una curva simple:

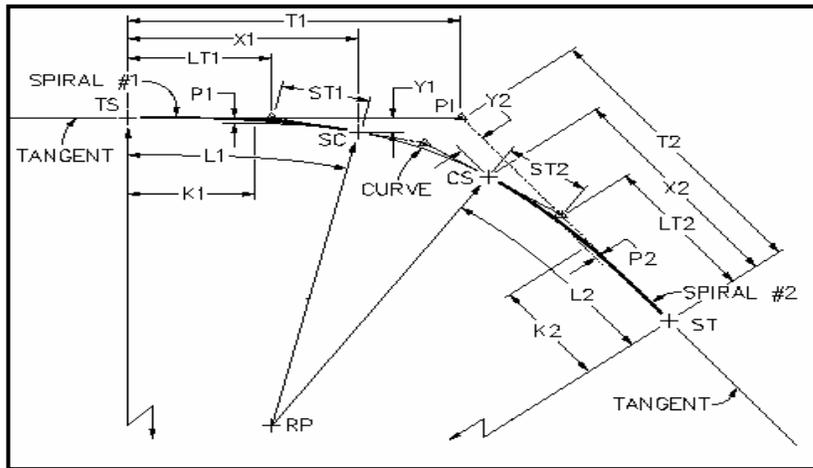
1. PC: Punto de la curvatura.
2. PI: Punto de la intersección.
3. PT: Punto de la tangencia.
4. RP: Punto del Radio.
5. R: Radio.
6. LC: Longitud del acorde largo.
7. Ic: Ángulo central de la curva circular.
8. Ec: Secante externa de la curva circular.
9. Mc: Ordenada media de la curva circular.
10. Tc: Longitud de la tangente de la curva circular.



Fuente: Autodesk, 2005.

**FIGURA 3.3 Curva circular simple.**

Curvas Espiral: se usan para proporcionar una transición gradual de la curvatura en curvas horizontales. Su función más común es para conectar tramos rectos de un alineamiento con curvas circulares, disminuyendo así el cambio brusco de dirección que ocurriría en los puntos de tangencia. Se utiliza en vías principales en donde la velocidad de los trenes es alta, permitiendo tener una transición suave en los cambios de curvatura (Autodesk, 2005). Ver la siguiente figura.



Fuente: Autodesk, 2005.

**FIGURA 3.4** Parámetros de una curva espiral.

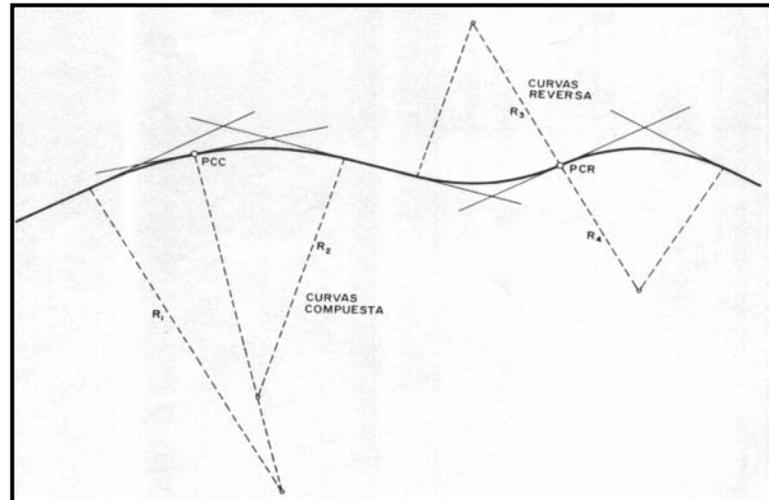
**TABLA 3.2** Descripción de los parámetros de una curva espiral

PARAMETROS	DESCRIPCIÓN
L1	Ángulo central Q de la curva espiral L1, que es el ángulo espiral. O longitud total del espiral de TS al SC.
L2	Ángulo central Q de la curva espiral L2, que es el ángulo espiral. O longitud total del espiral del CS al ST.
T1	Distancia total de la tangente de PI a TS.
T2	Distancia total de la tangente de PI a ST.
X1	Distancia de la tangente en el SC de TS.
X2	Distancia de la tangente en el CS de ST.
Y1	Distancia de la tangente en el SC de TS.
Y2	Distancia compensada en el CS del ST.
K1	La abscisa de la PC cambiada de puesto refirió a los TS.
K2	La abscisa de la PT cambiada de puesto refirió al ST.
LT1	Tangente larga de la espiral adentro.
LT2	Tangente larga de la espiral hacia fuera.
ST1	Tangente corta de la espiral adentro.
ST2	Tangente corta de la espiral hacia fuera.
PI	Punto de intersección.
TS	Punto del cambio de la tangente al espiral.
SC	Punto del cambio del espiral a la curva circular.
CS	Punto del cambio de la curva circular al espiral.
ST	Punto del cambio del espiral a la tangente.
RP	Punto de Radio.
R	Es el radio espiral en el SC o el CS.

Fuente: Autodesk, 2005.

Curvas Compuesta: es aquella formada por dos o más curvas circulares del mismo sentido y de distintos grados de curvatura en el alineamiento horizontal. Ellas se utilizan en topografía montañosa, haciéndose necesaria una espiral de transición de una curva a otra (Ver fig. 3.5).

Curvas Reversa: son compuestas por dos curvas en sentido opuesto con un punto de trayectoria en común llamado PCR, como se muestra en la fig. 3.5.



Fuente: Carciente, J., 1980.

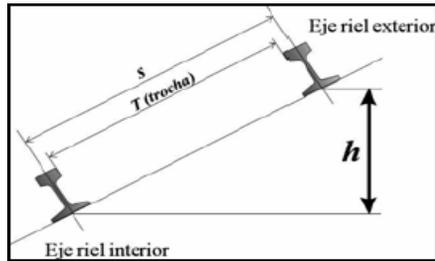
**FIGURA 3.5 Curvas compuestas y reversa.**

**3.2.3.1.2 Peralte:** ver fig. 3.6, se denomina peralte a la diferencia de cota entre los dos rieles de la vía en curva, para una sección normal del eje. Se proporciona mediante la elevación gradual del riel exterior sobre el interior, manteniendo éste a su nivel original en la recta. Por lo cual, se logra producir una mejor distribución de cargas en ambos rieles, reducir el desgaste de los mismos y del material rodante, además de compensar parcial o totalmente el efecto de la fuerza centrífuga con la consiguiente reducción de sus consecuencias (Carciente, J., 1980).

Con el fin de conseguir que la resultante (N) normal del peso y de la fuerza centrífuga sea normal al plano de rodadura, se ha establecido como peralte teórico:

$$h = \frac{V^2 \cdot s}{127 \cdot R} \quad (3.1)$$

Sin embargo, para efectos prácticos, Oliveros, et al, (1977), recomienda reducir el peralte a 2/3 del valor del teórico, con la finalidad de disminuir los desgastes de los elementos de la vía, evitar el aumento de la resistencia de la rodadura, posibilidad de descarrilamiento, entre otras cosas.



Fuente: Carciente, J., 1980.

**FIGURA 3.6 Peralte.**

donde,

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| h: Peralte teórico.       | s: Ancho de vía más dos veces el semiancho de la |
| $h_1$ : Peralte práctico. | cabeza del riel.                                 |
| V: Velocidad.             | g: Ancho de la cabeza del riel.                  |
| R: Radio de curvatura.    | T: Ancho de la vía (Trocha).                     |

$$h_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{V^2 \cdot s}{127 \cdot R} \quad (3.2)$$

$$s = T + 2 \cdot \left( \frac{g}{2} \right) \quad (3.3)$$

En resumen, se puede indicar que el peralte máximo en diversos ferrocarriles está comprendido, aproximadamente, entre:

$$\frac{1}{9} \cdot T \quad \text{y} \quad \frac{1}{12} \cdot T \quad (3.4)$$

**3.2.3.1.3 Curvas de Transición:** son empleadas para la unión de una curva circular con una recta, donde se quiere evitar el efecto de variar la fuerza centrífuga desde cero en la recta hasta su valor máximo en la curva. Según Carciente, J., (1980), señala que entre las curvas de transición más frecuentemente empleadas se encuentran: la *espiral de Cornu o clotoide*, el *óvalo*, la *lemniscata de Bernouilli*, la *parábola cúbica*, etc. De todas estas, la más ampliamente utilizada es la *clotoide*.

Radioide de abscisas (Óvalos de Cassini): es una curva que aumenta proporcionalmente a su abscisa  $x$ , tomando como eje  $x$  la tangente de la curva en el punto de curvatura 0.

Radioide de cuerdas o lemniscata de Bernouilli: curva cuya curvatura aumenta proporcionalmente al radio vector, con origen en el punto de curvatura 0.

Radioide de arco o Clotoide: Carciente, J., (1980), su forma se ajusta a la trayectoria recorrida por un vehículo que circula a velocidad constante y cuyo conductor gira el volante a una velocidad angular constante. Es por esto, que su uso ofrece muchas ventajas:

- Por ser una espiral, la curvatura varía proporcionalmente con la longitud de su desarrollo, siendo cero al comienzo de la misma. En razón de esta característica posee la propiedad de que un móvil que la recorra a velocidad constante experimenta una variación uniforme en la aceleración centrífuga.
- La fórmula de la clotoide es sencilla, estando definida por una ley de curvaturas lineal con la distancia recorrida, resumida en la ecuación (3.5). Donde se expresa que a pesar de que el radio y la longitud en los distintos puntos de la clotoide tienen diferentes valores, están ligados entre sí de modo que su producto es un valor constante (K).

$$K^2 = R * L \quad (3.5)$$

donde,

K: Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

L: Longitud de la curva entre su punto de inflexión ( $R = \alpha$ ) y el punto de radio R.

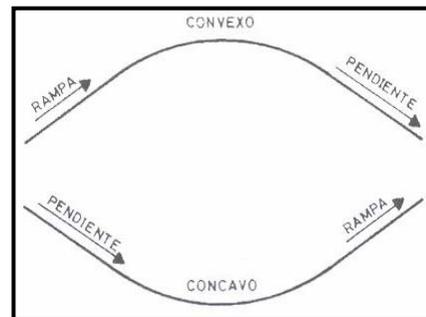
R: Radio de la curva en un punto cualquiera.

- Todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren entre sí por su tamaño.
- Las clotoides de parámetro grande aumentan lentamente su curvatura, por consiguiente, son aptas para la marcha rápida de los vehículos. Las clotoides de parámetro pequeño desarrollan rápidamente su curvatura, por lo tanto, se utilizan para marcha de velocidad reducida y suavizar sinuosidades del trazado.

3.2.3.2 Alineamiento Vertical: está también constituida por una sucesión de rectas y curvas, donde las rectas son aquellas cuya proyección sobre el plano es un arco de espiral y están caracterizadas en el perfil por su longitud y por la inclinación de sus planos tangentes en cada punto. Las curvas son usadas para conectar todos los cambios de pendientes (Oliveros, et al, 1977).

**3.2.3.2.1 Curvas Verticales:** Jiménez, M. (1978), es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectuó el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de forma que facilite una operación de los trenes en forma segura y confortable. Por lo tanto, los enlaces se pueden hacer por medio de arcos de circunferencia caracterizados por su radio (Parábola de eje vertical), el cual debe ser el máximo posible, dependiendo de los valores de la rasante a unir y del volumen de movimiento de tierra que debe ejecutarse. Según su configuración la parábola pueden ser: cóncavas (centro de curva por encima de la rasante) o convexas (centro de curva por debajo de la rasante), (fig. 3.7).

**FIGURA 3.7 Curvas verticales.**



Fuente: Jiménez, M., 1978.

La parábola utilizada para el enlace de dos tangentes verticales consecutivas debe seguir las siguientes propiedades (Kraemer, et al, 2003):

- La razón de variación de su pendiente a lo largo de su longitud es una constante.
- La proyección horizontal del punto de intersección de las tangentes está en la mitad de la línea que une las proyecciones horizontales de los puntos de tangencia extremos, donde empieza y termina la curva.
- Los elementos verticales de la curva (cotas) varían proporcionalmente con el cuadrado de los elementos horizontales (abscisas).

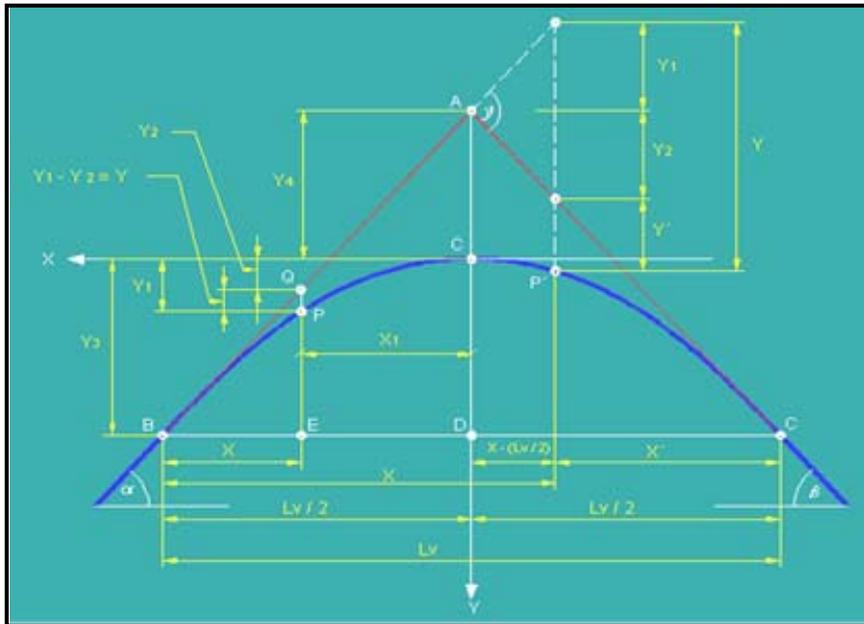
- La pendiente de una curva de la parábola es el promedio de las pendientes de las líneas tangentes a ella en los extremos de la cuerda.

Los principales elementos que caracterizan una parábola son (figura 3.7):

A = PIV:	Punto de intersección vertical.
B = PCV:	Principio de la curva vertical.
C = PTV:	Principio de tangente vertical.
BC = L <sub>v</sub> :	Longitud de la curva vertical, medida en proyección horizontal.
CA = E <sub>v</sub> :	Externa vertical. Es la distancia vertical del PIV a la curva.
CD = f:	Flecha vertical.
P (x <sub>1</sub> , y <sub>1</sub> ):	Punto sobre la curva de coordenadas (x <sub>1</sub> , y <sub>1</sub> ).
Q (x <sub>1</sub> , y <sub>2</sub> ):	Punto sobre la tangente de coordenadas (x <sub>1</sub> , y <sub>2</sub> ), situado sobre la misma vertical de "P".
QP = y:	
BE = x:	Corrección de pendiente. Desviación vertical respecto a la tangente
α :	de un punto sobre la curva "P" a calcular.
β :	Distancia vertical entre el PCV y el punto "P" de la curva.
γ :	Angulo de pendiente de la tangente de entrada.
m = tan α:	Angulo de pendiente de la tangente de salida.
n = tan β:	Angulo entre las dos tangentes. Angulo de deflexión vertical.
i = tan γ:	Pendiente de la tangente de entrada.
	Pendiente de la tangente de salida.
	Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y salida.

Se tiene entonces una parábola de eje vertical (fig. 3.8) coincidiendo con el eje "y" y el vértice "C" en el origen (0,0), según el sistema de coordenadas "x Vs y". La ecuación general de la parábola es:

$$Y = K * 2 \tag{3.6}$$



Fuente: Kraemer, et al, 2003.

**FIGURA 3.8** Parábola de eje vertical perfectamente simétrica.

**3.2.3.2.2 Pendientes:** la pendiente es la relación que existe entre el desnivel que se debe superar y la distancia en horizontal hay que recorrer, lo que equivale a la tangente del ángulo que forma la línea a medir con el eje x, que sería el plano. La pendiente se expresa en tantos por ciento o en grados; y para calcular una pendiente basta con resolver (Tongo, F., 1982):

$$\text{Pendiente (\%)} = \text{Distancia en vertical} \times 100 / \text{Distancia en horizontal} \quad (3.7)$$

### 3.2.4 Estructura de las vías férreas

La estructura de la vía férrea se comprende de dos partes básicas: la *Infraestructura* y *Superestructura*; las cuales se describen a continuación

**3.2.4.1 Infraestructura o plataforma:** es la superficie de terreno que se ofrece, para que sobre ella se coloque la superestructura. Teniendo como función, el proporcionar apoyo a la estructura de la vía de modo que no sufra deformaciones o influya negativamente en el desarrollo de la vía, bajo las condiciones de tráfico que

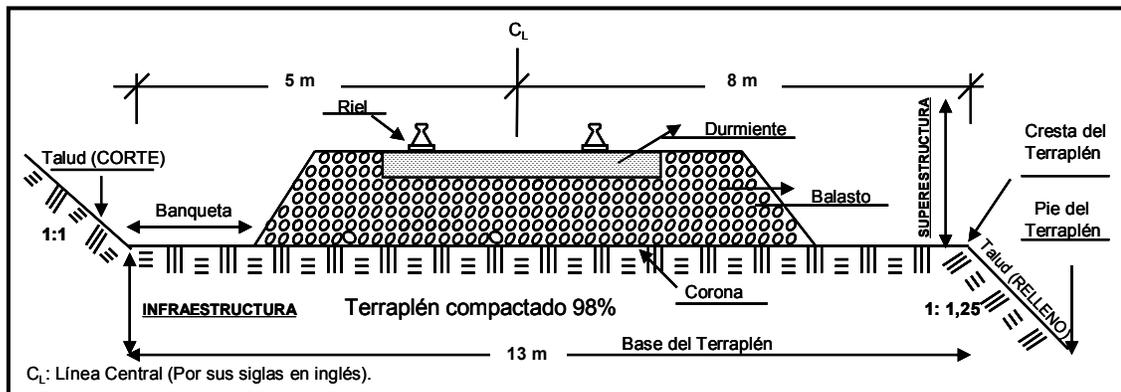
determina el trazado de la ruta. Por lo tanto, los problemas que la subestructura presenta pueden agruparse en dos aspectos: el determinar su capacidad portante y el conocer las causas y efectos de las deformaciones o asentamientos. El primero de estos aspectos incide directamente sobre el dimensionamiento de la vía, en particular sobre el espesor óptimo de balasto; y el segundo, sobre la degradación geométrica de la vía con el tráfico y el consiguiente incremento de los gastos de conservación.

Oliveros, et al, (1977), plantea que debido a lo anterior, la infraestructura generalmente exige una compactación superior al 90% y resistencia del suelo elevada, para asegurar la estabilidad de la superestructura. Su amplitud depende de que se establezca una o más vías y del ancho de las mismas. Pudiendo ser: *naturales*, formadas por suelo, o *artificiales* que están constituidas por obras de pre-fabricación. En este sentido, tres situaciones pueden distinguirse en relación con la infraestructura natural según que la vía discorra sobre:

- **Suelo natural:** si las características del suelo encontrado, permiten clasificarlo como apto para formar parte de la plataforma exigida, se procede simplemente al desmonte de la capa vegetal, con el fin de dejarlo en las condiciones requeridas para el establecimiento de la vía. Si estas circunstancias no concurren, será preciso proceder a su sustitución por suelos de mejor calidad o a su tratamiento, con objeto de conferirle aptitudes necesarias (Oliveros, et al, 1977).
- **Trincheras:** si las propiedades geomecánicas del suelo encontrado, una vez terminada la excavación ofrecen capacidad resistente y de deformación compatible con las exigencias establecidas, podrá ser incorporado a la plataforma.
- **Terraplén:** en cuanto a este tipo de infraestructura, es preciso considerar los siguientes factores fundamentales: en relación con sus características geotécnicas (naturaleza y estado de los materiales utilizados en la coronación, núcleo y base del terraplén) y en cuanto a su geometría (altura e inclinación de los taludes).

Por consiguiente, y en concordancia con las solicitudes a que se encuentra sometida la plataforma, es función de los siguientes factores fundamentales (Jiménez, M., 1978):

- La carga (por eje, por rueda, por metro lineal, por boggie, ect.), por lo general, el material motor es el elemento que define la mayor carga por eje.
- Las características constructivas de los vehículos.
- La velocidad de circulación de los trenes.
- El espesor de la capa de balasto, evitándose capas de espesor excesivo, debido a que es desfavorable para la evolución de la calidad geométrica de la vía con el tráfico.
- El tráfico, donde las principales dificultades se encuentran en el carácter repetitivo, aleatorio y dinámico de las cargas que confieren una complejidad notable. De esta manera y en la siguiente figura se presentan la sección transversal de una plataforma en forma de trapecio de las plataformas tipo de FMO con sus respectivas partes:



Fuente: CVG-FMO "Desarrollo Mineros", 1996.

FIGURA 3.9 Sección de la infraestructura.

- **Corona:** es la parte superior de la infraestructura, posee cierta inclinación transversal (fig. 3.10), presenta forma cóncava conocida como bombeo, con la finalidad de drenar las aguas, con una pendiente que suele estar alrededor del 3%.

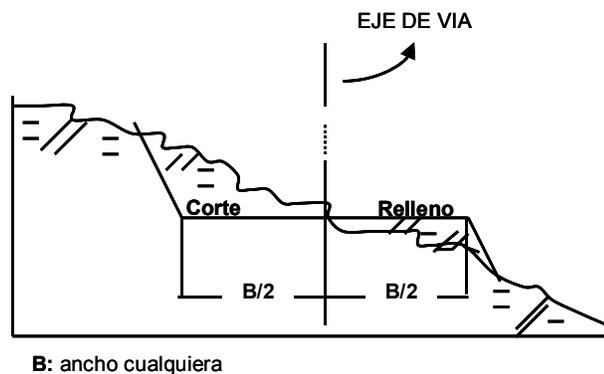


Fuente: Jiménez, M., 1978.

FIGURA 3.10 Plataforma de vía, a: con una sola inclinación y b: con dos aguas.

- **Banquetas:** comprendida entre el pie del talud del balasto y la cresta del terraplén, su función es facilitar el tránsito del personal de mantenimiento y servicio, con una longitud variable de acuerdo al ancho de los equipos que vaya a transitar por ella.
- **Talud:** es la inclinación que se le da al material que compone el terraplén, con la finalidad de establecer estabilidad en la infraestructura, así como también ayudar a drenar las aguas. Y pueden ser de corte o relleno (CVG-FMO “Desarrollo Minero”, 1996):

Cortes: son excavaciones que se hacen en la topografía; en donde la pared de corte debe poseer cierta inclinación, dependiendo del ángulo de reposo del material que lo conforma, con el objeto de evitar derrumbamientos. Dicha relación alto-ancho varía de acuerdo a la composición del relieve, por lo cual, FMO ha establecido una relación de 1:1, pero para taludes mayores a 15 m y dependiendo del tipo de material se recomienda, diseñar banquetes especiales en forma de terrazas, con la sección que se presentan a continuación:



**B:** ancho cualquiera

Fuente: CVG-FMO “Desarrollo Mineros”, 1996.

**FIGURA 3.11** Sección de taludes.

- Relleno: es una disposición de material que se compacta sobre el terreno natural, con la finalidad de nivelarlo para que se apoye la vía. Por lo general, comprende desde la cresta hasta el pie de la plataforma. Con una inclinación que esta dada en función del tipo de material, por lo cual FMO ha establecido una relación de taludes de 1: 1,25. (CVG-FMO “Desarrollo Minero”, 1996).

3.2.4.2 Superestructura: la constituye la vía férrea propiamente dicha y esa conformada por: balasto, durmientes, rieles, elementos de fijación, aparatos de vía, etc.

**3.2.4.2.1 Balasto:** consiste en una capa de roca fragmentada o grava, que tiene por objeto, distribuir sobre la mayor área de la infraestructura las presiones recibidas del durmiente, utilizar la elasticidad propia del material, para obtener así una mayor estabilidad a la vía bajo las cargas dinámicas a que está sometida; donde sea mínimo el desplazamiento de los durmientes en sentido longitudinal y transversal (Ver fig. 3.12). También sirve de asiento filtrante que facilita el drenaje de las aguas.

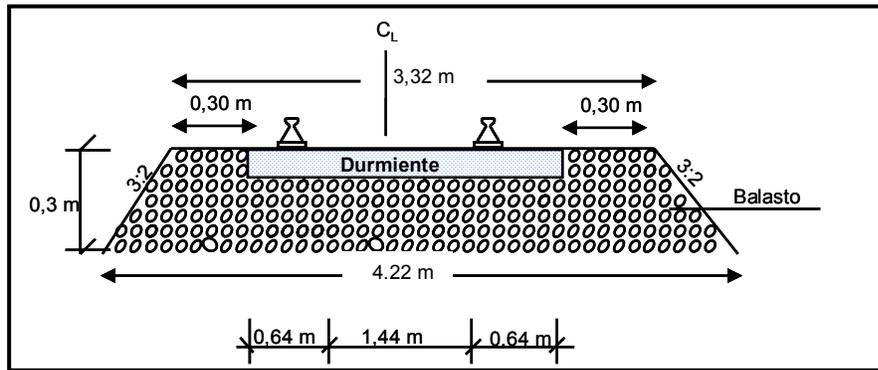
Para cumplir con lo anterior, los materiales utilizados como balasto deben poseer ciertas características, las cuales se relacionan fundamentalmente con su: naturaleza, curva granulométrica, forma geométrica de las partículas, resistencia al choque, resistencia al desgaste (Hernández, T., 2003).



Fuente: CVG-FMO "Fotos", 2005.

**FIGURA 3.12** Vía férrea sobre la capa de balasto.

Reuniendo unas condiciones optimas, el balasto se coloca en forma trapezoidal sobre la infraestructura y con las dimensiones que se muestran a continuación:



Fuente: CVG-FMO "Desarrollo Minero", 1996.

**FIGURA 3.13** Sección de balasto para vía elástica.

**3.2.4.2.2 Durmientes:** son elementos que se colocan transversales al eje de la vía y sobre los cuales se apoyan los rieles, sus función es: servir de soporte a los rieles, mantener la separación entre los mismos, transmitir las cargas verticales y horizontales sobre el balasto, asegurar la estabilidad de la vía en el sentido transversal y longitudinal, frente a los esfuerzos estáticos y dinámicos procedente del peso propio debidos al paso de los trenes y las variaciones de temperatura derivadas del roce de los mecanismos (Jiménez, M., 1978).

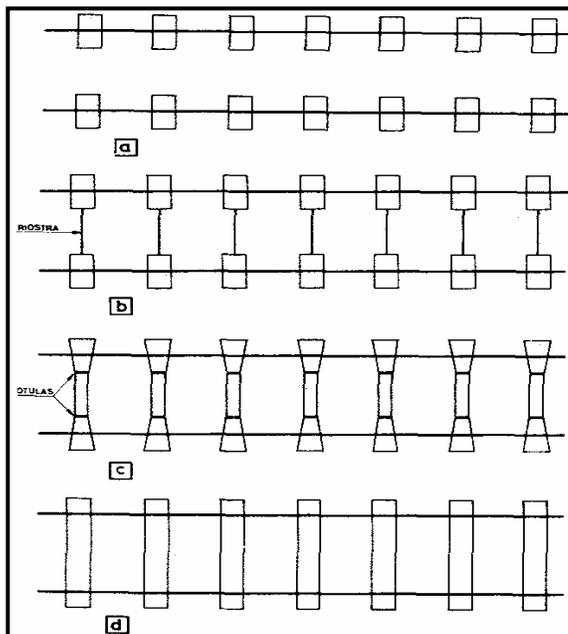
El tipo más generalizado de durmientes es el de madera, aunque también se fabrican metálicos, de concreto, de hormigón o materiales sintéticos. Los de *madera* se han utilizados desde tiempos remotos, y aún tienen, gran aceptación debida principalmente, a sus magníficas características, entre las que se cuentan: una elevada elasticidad, posibilidad de cualquier dimensión, falibilidad relativa de su conservación y reparación, un elevado aislamiento eléctrico, abundancia relativa, buena distribución en todo el mundo; sin embargo, la vida útil es corta en comparación con otros durmientes. Una de las clasificaciones que presentan es según la consistencia de la madera que lo constituye: maderas *suaves* cuya característica fundamental es distinguir una separación entre los anillos y maderas *duras* en la que los anillos prácticamente se pierden por estar demasiado unidos. Las primeras son: el araguaney, granadillo, pilón, vera; y las blandas (apamate, laurel, samán, saquisaqi). Se recomienda que la madera tenga el menor contenido posible sabia para así

asegurar su buen funcionamiento (Universidad de San Simón, s/f). En la figura 3.14, se ilustra una vía férrea con durmientes de madera.



**FIGURA 3.14** Vía férrea con durmientes de madera.

Fuente: Universidad Mayor de San Simón, s/f.



Los durmientes de concreto, tiene una elevada duración de servicio, del orden de dos a tres veces la vida de los durmientes de madera, lo que le imprime a la vía una mayor consistencia en sus condiciones físicas, pero un costo elevado de implantación, con bajo mantenimiento; por lo cual, se han desarrollado diversos tipos, ver la figura 3.15:

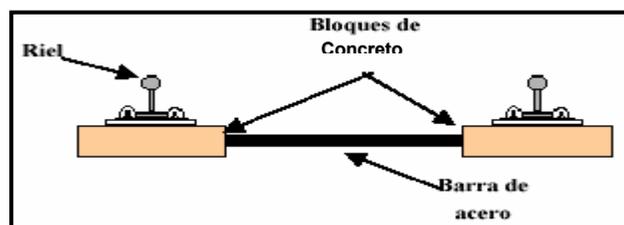
**FIGURA 3.15** Tipos de durmientes.

Fuente: Oliveros, et al, 1977.

- **Semidurmiente (a):** se sitúan debajo de los rieles sin ningún tipo de unión transversal entre ellos.
- **Durmientes de dos bloques (b):** (Ver fig. 3.16) constituidos por dos durmientes ubicados debajo de los rieles y unidos entre sí por una barra separadora de hierro en forma de “T” invertida (llamados mixtos RS) o en forma de “L” (mixtos SL).

**FIGURA 3.16** Durmiente mixto de acero y concreto.

Fuente: Gómez, A., 2003.



- **Durmientes de dos rótulas (c):** se compone de tres bloques, entre los que se colocan unos elementos planos o forros de material elástico, que desempeñan el papel de rótulas. Estos tres bloques se relacionan entre sí por una armadura tensada que los atraviesa longitudinalmente (Oliveros, et al, 1977).
- **Durmientes monoblock o Dywidag (d):** formados por una única pieza de sección aproximadamente constante, en toda su longitud, característica de diseño específico, alta resistencia, un acabado liso y uniforme, con un mínimo de porosidad, pudiendo ser (Ver fig. 3.17):

Pretensado: constituidos por un acero reforzado que ha sido sometido a tensión mediante guayas o cables antes de efectuar el vaciado del concreto.

Postensado: están formados por un concreto que una vez fraguado durante 28 días en cámara de calor, se le aplica una tensión con un torque en un banco de 4 varillas que en forma de “U” que se cruzan y van de un extremo a otro del durmiente.



Fuente: CVG-FMO “Fotos”, 2005.

**FIGURA 3.17** Vía férrea con durmientes de concreto.

La vida útil del durmiente de concreto se calcula de 30 a 50 años en condiciones normales de manejo, colocación y cuidado.

**3.2.4.2.3 Rieles:** se denomina riel a las barras de acero que se asientan sobre los durmientes, constituyendo la superficie de rodamiento del ferrocarril; se caracterizan por una sección transversal en forma de hongo, (Ver fig. 3.18) distinguiéndose tres partes: cabeza, alma y patín (Jiménez, M., 1978).



Fuente: Jiménez, M., 1978.

**FIGURA 3.18** Sección transversal de un riel.

La *cabeza* tiene una forma apropiada para que sobre ella se acoplen las ruedas de los vehículos. La cara superior del riel, que es la superficie de rodadura, se ofrece plana o ligeramente abombada, con objeto de hacer frente a los desgastes recíprocos del riel y la rueda. Los planos inclinados que unen la cabeza al alma además de utilizarlo para sostenerla, sirven de apoyo a las bridas, elementos que unen los rieles consecutivos cuando estos no están soldados.

El *alma* del riel debe tener una altura en concordancia con el ancho del patín, a fin de resistir lo mejor posible los esfuerzos transversales. Esta relación se acerca cada vez más a la unidad, con esto y con el aumento de ancho del alma se tiende a establecer una proporción entre las masas de todo el riel, como mejor medio de evitar tensiones interiores, proporcionando al riel mayor estabilidad y resistencia a los esfuerzos que lo solicitan.

El *patín* se une al alma por planos inclinados, sobre los que se apoyan también las bridas. El ancho del patín debe ser suficiente para asegurar la estabilidad del riel y para resistir los esfuerzos transversales que tienden a inclinarlo (Jiménez, M., 1978).

El riel está diseñado para que al paso del tren absorba las cargas verticales sometándose en el sentido longitudinal a grandes esfuerzos de flexión. El peso de los rieles se modifican en razón del tráfico, aumenta la resistencia de la vía y de varias condiciones como son: la velocidad de los trenes, el peso de las locomotoras y los vagones.

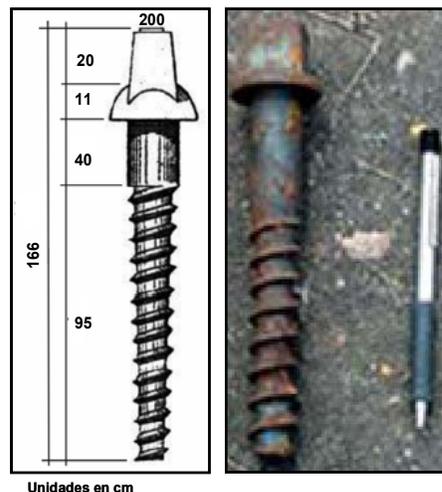
**3.2.4.2.4 Dispositivos para la sujeción del riel:** son una serie de elementos constitutivos de la vía, que se utilizan para evitar el apoyo directo del riel sobre los durmientes, y pueden ser: placas de asiento, sujeciones, juntas y antideslizantes, etc.

**a. Placa de asiento:** se distinguen según su forma que es generalmente rectangular, en la cual la cara superior es donde se apoya el patín del riel, y la inferior es el asiento que sirve para que se descansa directamente el durmiente. Las funciones primordiales de estos elementos son: reducir la presión específica transmitida por

el riel, contribuir al correcto posicionamiento horizontal y vertical el riel (Ferrocarriles Nacionales de México, 1985).

**b. Sujeciones:** Las sujeciones del riel, son elementos que hacen posible la continuidad estructural de la vía y entre sus funciones está: fijar los rieles a los durmientes, asegurar la invariabilidad del ancho de la vía, facilitar la transferencia de las cargas estáticas y dinámicas del material rodante, reducir la presión específica transmitida por el riel y proteger así al durmiente. Entre los tipos de sujeciones, los más comunes son:

Las sujeciones rígidas clásicas: (fig. 3.19) son aquellas en que la transmisión de esfuerzos entre el riel y el durmiente se realiza a través de elementos rígidos. Por ejemplo, elementos clavados, como las escarpas o atornillados como los tirafondos por uno de sus extremos, y por el otro sirve de sujeción sobre el patín del riel. *Las escarpas* han sido utilizadas desde los primeros tiempos del ferrocarril hasta nuestros días, consiste en un clavo de sección cuadrada con punta biselada o en tronco de cono, que se hinca en el durmiente y cuya cabeza se prolonga hacia un lado, para quedar sobre el patín del riel. *Los tirafondos* constituyen la sujeción tradicionalmente empleada para los durmientes de madera; por lo general, son elementos de acero cónico o cilíndrico, con un filete helicoidal (Universidad de San Simón, s/f).



**FIGURA 3.19 Tirafondo.**

Fuente: Hernández, T., 2003.

Clavos elásticos: combinan la sencillez de los elementos clavados con la ventaja de la elasticidad, incrementando su conservación y facilitando su montaje. Existen ocho tipos de clavos elásticos: Dörken, Tipo A, Tipo T, J-Flex, T-Flex, Elastic Flex, sujeción BR2 y sujeciones para placas Lockspike.

Sujeciones elásticas de lámina o grapa: son aquellas en que la transmisión de esfuerzos entre riel y durmiente se efectúa por intermedio de elementos elásticos. Pudiendo realizarse, a través de elementos rígidos que presenta una chapa de acero elástico, denominado grapa elástica que es unida a otros dispositivos como una chapa de caucho, casquillo aislante de plástico, mediante un tornillo de acero o tirafondo. Existen los siguientes tipos: sujeciones RN, CIL, Kowa Kasei, IB, D4, sujeción Springlock CS y sujeciones K y KB (Oliveros, et al, 1977).

Sujeciones elásticas de clip: aquí el elemento de sujeción trabaja a torsión, flexión o combinación. La principal sujeción de este tipo es la Pandrol, sin embargo, existen otras como: Delta, DE, HM, sujeción S, SKL2, Fist. Este tipo de sujeción ofrece adecuada resistencia al deslizamiento longitudinal de los rieles, ya que su apriete por clip viene a ser de unos 700 kg y una presión de contacto ejercida sobre el soporte de dos a tres veces mayor a la ejercida sobre el riel (Ver fig. 3.20).



**FIGURA 3.20 Sujeción de tipo Padrón.**

Fuente: Ucar y Borges, 1970.

Sujeciones de cuña y cojinete: estos sistemas son empleados casi exclusivamente en el caso de vía montada con rieles de doble cabeza o Bull-Head. Debido a que la fijación se lleva a cabo por medio de una pieza metálica o de madera, llamada cuña, que se introduce a presión, con ayuda de un mazo, entre el alma del riel y un cojinete especial fijo al durmiente.

- c. **Juntas:** fig. 3.21, la unión longitudinal de los rieles consecutivos por medio de unas piezas especiales, denominadas bridas, y los lugares de unión se designan juntas, constituyendo los puntos débiles de la vía. Las juntas pueden ser: suspendidas, apoyadas y semisuspendidas; considerándose las primeras como las más recomendadas debido a que son elásticas y trabajan a flexión (Togno, F., 1982).

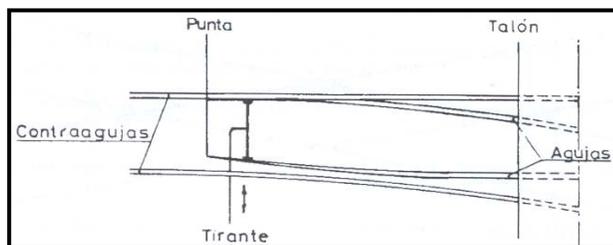


Fuente: Togno, F., 1982.

**FIGURA 3.21 Junta.**

**3.2.4.2.5 Aparatos de Vía:** son dispositivos que permiten asegurar la continuidad de la vía, para un itinerario entre varias líneas divergentes o secantes. Los componentes elementales de los aparatos de vía son: cambio, cruzamientos, carriles de unión y desvíos (Togno, F., 1982).

- a. **Cambio:** tienen como misión producir derivación de las circulaciones hacia una vía determinada. Se les designa frecuentemente con el nombre de agujas, con cuatro piezas fundamentales: las dos exteriores, llamadas contraagujas, que son fijas y las dos interiores (agujas), que siendo solidarias por uno o varios tirantes, tienen un carácter móvil y cuya posición, según se efectuó el acoplamiento sobre una u otra contraaguja, establecerá la dirección que deberá seguir la tránsito. Las agujas están empotradas o articuladas en su talón, quedando libres en su otro extremo llamado punta (fig. 3.22 y 3.23).



Fuente: Oliveros, et al, 1977.

**FIGURA 3.22 Dibujo esquemático de un cambio.**



Fuente: CVG-FMO "Fotos", 2005.

**FIGURA 3.23 Cambio.**

**b. Cruzamiento:** Oliveros, et al, (1977), explica que son elementos que se colocan en la intersección de dos vías con el objeto de permitir que la rueda del vehículo que circula por uno de los rieles trasponga el riel que lo cruza, puede ser en ángulo recto u oblicuo. Las piezas principales de un cruzamiento son:

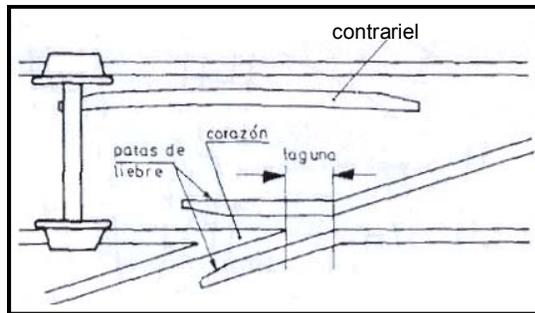
- *Patas de liebre*, que soportan el peso de las ruedas, mientras éstas pasan por la laguna.
- *Corazón*, que representa la unión de los carriles de las dos vías que se Cruzan.
- *Contracarriles*, cuya misión es asegurar el guiado doble de la rueda de un eje al paso de la otra por la laguna.

Las patas de liebre y los contracarriles están doblados en sus extremos hacia el interior, para evitar colisiones con las pestañas de las ruedas. (Ver fig. 3.24 y 3.25).



Fuente: CVG-FMO "Fotos", 2005.

**FIGURA 3.24** Cruzamiento, SI-640 FMO.



Fuente: Oliveros, et al, 1977.

**FIGURA 3.25** Esquema de un cruzamiento.

Los cruzamientos solucionan la intersección de rieles que ofrecen la superficie de rodadura en el mismo plano. La zona de intersección se denomina corazón, para que la pestaña pueda pasar, los rieles han de ofrecer una solución de continuidad, hecho que se produce en el espacio vacío, llamado laguna. Cuando tiene lugar el paso de una rueda por la laguna, la parte exterior de la llanta se apoya sobre la pata de liebre correspondiente, al tiempo que la otra rueda del eje, única guiada en ese momento, lo es por su riel y contrarriel (Oliveros, et al, 1977).

Según sus características geométricas y de fabricación, podemos distinguir varios tipos diferentes de cruzamientos:

Cruzamiento recto: en él las caras laterales de trabajo del corazón son planas. Su ventaja fundamental es la posibilidad de utilizarlo en toda clase de desvíos.

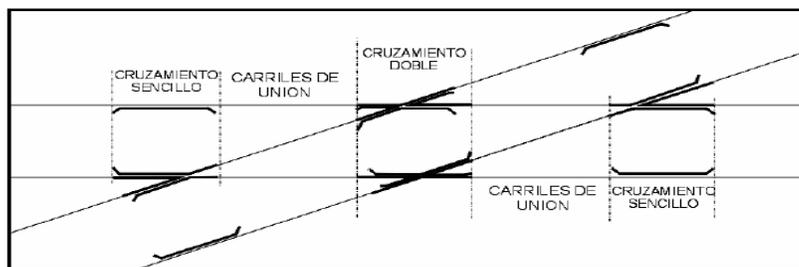
Cruzamiento curvo: en los de este tipo, las caras laterales de trabajo del corazón y de la pata de liebre son superficies curvas. Sus características principales son: complejidad de fabricación, poca versatilidad, mayor adaptabilidad al trazado.

Cruzamiento de rieles: se forman por roblonado de carriles, pero tiene el inconveniente de poseer un excesivo número de piezas, que pueden desajustarse en la práctica con cierta frecuencia (Ver fig. 3.26).

Cruzamiento de corazón fundido: se moldean juntos el corazón y la parte de las patas de liebre que está frente a él. Tiene pequeño número de piezas, gran robustez y mayor duración que los montados con rieles.

Cruzamiento monolítico fundido: en los de esta clase, se funde todo el aparato en una sola pieza. Su monolitismo le confiere gran duración, mayor estabilidad y superior resistencia que los de otros tipos por utilizarse aceros especiales.

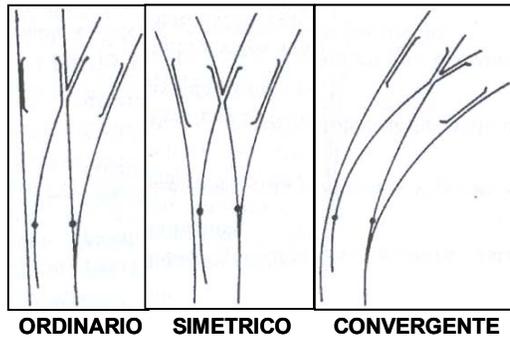
Cruzamiento especial: cuando el ángulo del cruzamiento es muy pequeño, la longitud de la laguna se hace excesiva, siendo incompatible con la seguridad, por lo que hay que introducir unos elementos móviles que eliminan aquélla convirtiéndola en innecesarios a los contracarriles (Togno, F., 1982).



Fuente: Togno, F., 1982.

**FIGURA 3.26 Tipos de cruzamiento.**

- c. **Desvió**: son una combinación de aparatos (cambios y cruzamientos), que permiten a las circulaciones tomar una, entre varias vías concurrentes. Su clasificación, de acuerdo con la forma en planta, es parecida a la de los cambios, pues éstos son los que definen el desvío. Por lo cual, se puede distinguir los siguientes tipos (Ver fig. 3.27): ordinario, simétrico, convergente.

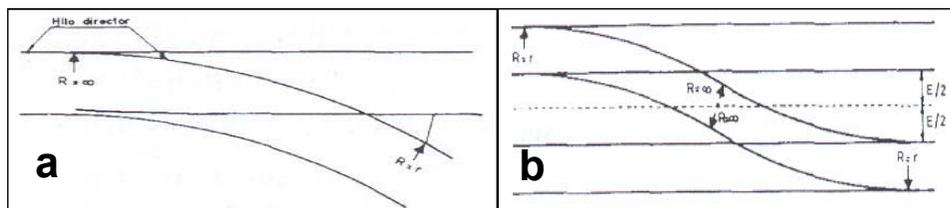


**FIGURA 3.27 Tipos de desvíos.**

Fuente: Oliver, et al, 1977.

Para el trazado de los desvíos, se puede plantear un *trazado teórico* que consiste en determinar el radio de un círculo tangente a un riel de la vía principal en la punta de la aguja que debe cortar al otro riel, bajo un ángulo de cruzamiento dado. Sin embargo, la tendencia al aumento de velocidades por vía desviada, respetando la progresividad en la entrada en curva, obliga a adoptar trazados más complicados, en forma de clotoide o parábola cúbica (Oliveros, et al, 1977).

Cuando se trata de una desviación simple, las curvas tienen su origen en el hilo director de la vía principal; pero en los casos de comunicaciones entre dos vías paralelas, se invierte la transición de forma que su origen queda situado en el eje de la entrevía. Ver la siguiente figura:



Fuente: Oliver, et al, 1977.

**FIGURA 3.28 a: desvío simple, b: desvío doble.**

#### **d. Combinación de Aparatos**

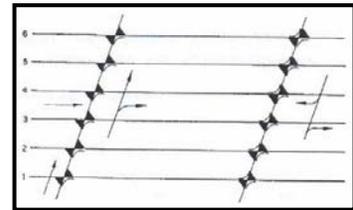
Desvíos dobles: Universidad Mayor de San Simón (s/f); están constituidos por la combinación de varios desvíos simples, y se utilizan en aquellos lugares en los que el espacio no es suficiente para la colocación de varios desvíos simples en cadena. Estos pueden ser de varias clases: bilaterales simétricos, asimétricos y unilaterales.

Escapes entre vías: estos aparatos compuestos tienen como misión la de unir dos vías adyacentes, lo que se logra con desvíos de aguja. Según la forma en planta de las vías que se desea comunicar pueden ser:

- Entre vías rectas y paralelas
- Entre vías en recta y curva
- Entre vías rectas y no paralelas
- Entre vías en curva

La longitud de los escapes varía en función del tipo de cruzamiento empleado. Los cruzamientos de tangente más elevada se utilizan en los casos de falta de espacio. Además, existen los escapes cruzados, que permiten el paso de una a otra vía, en los dos sentidos de circulación posibles por cada una.

Diagonales o calles de agujas: (Ver fig. 3.29), se llaman así aquellas vías que cruzan diagonalmente a un haz cuyas vías pueden ser paralelas o no. y en las que disponen una serie de desvíos que permiten el acceso a algunas vías del haz (Jiménez, M., 1978).

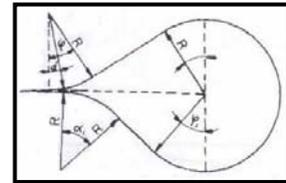


Fuente: Jiménez, M.I, 1978.

**FIGURA 3.29 Calles de agujas.**

### Dispositivos de variación de sentido del material rodante

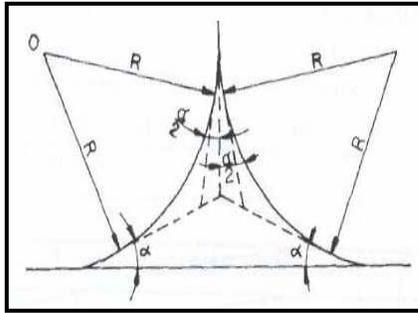
Lazos de vía: ocupan mucho espacio, pero pueden cambiar de sentido (180°) todo el tren de una vez. Estos dispositivos pueden ser de vía única o de vía doble (Ver fig. 3.30), (Oliver, et al, 1977).



Fuente: Oliver, et al, 1977.

**FIGURA 3.30 Esquema de un lazo de vía.**

Triángulos de vía: este tipo de aparato ocupa menos espacio que los lazos y permite el giro de 180° de las composiciones (Ver fig. 3.31). Según su disposición en planta pueden ser: simétricos o asimétricos, con la vía principal en recta o curva.



Fuente: Oliver, et al, 1977.

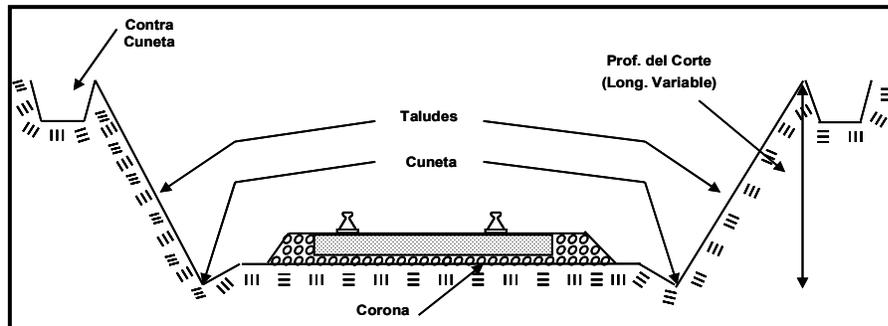
FIGURA 3.31 Esquema de un triángulo de vía.

### 3.2.5 Obras Civiles

De acuerdo a lo contenido en Ferrocarriles Nacionales de México (1985), al construirse la infraestructura para una vía férrea se evidencia la necesidad de atravesar arroyos, riachuelos, lagos, etc., por lo cual, es recomendable construir obras civiles que permitan el paso del agua a través de terraplén. Dichas obras son:

3.2.5.1 Cunetas: son zanjas que se abren entre el talud del corte y la cresta del terraplén, las cuales tiene por objeto desalojar el agua de las lluvias y el escurre por el talud evitando el deterioro de las vías.

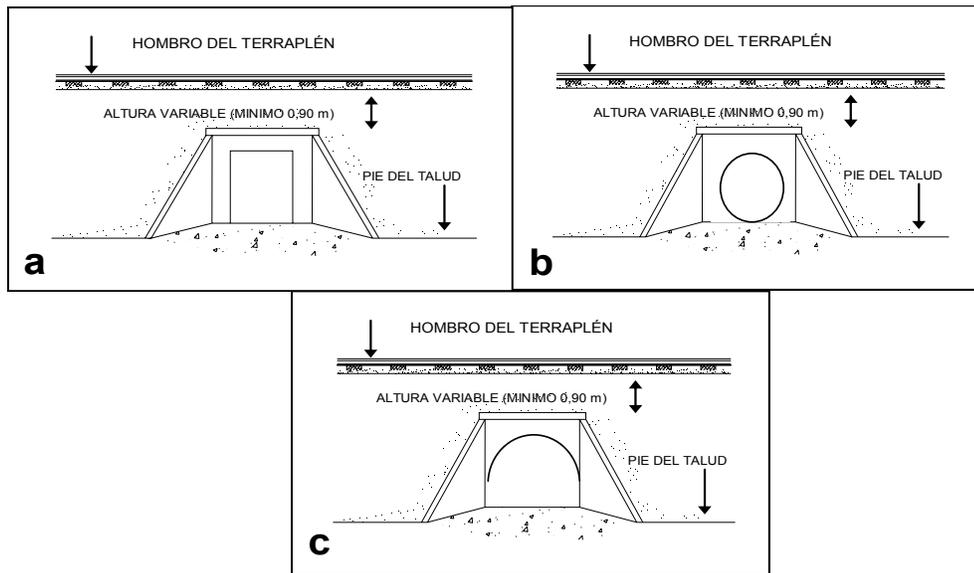
3.2.5.2 Contra-Cuneta: se localizan en la parte alta del corte y sobre el terreno natural a una distancia variable, con el fin de interceptar el agua de esa zona, impidiendo que llegue al talud de corte. Ver la siguiente figura:



Fuente: Ferrocarriles Nacionales de México, 1985.

FIGURA 3.32 Cuneta y contra cuneta.

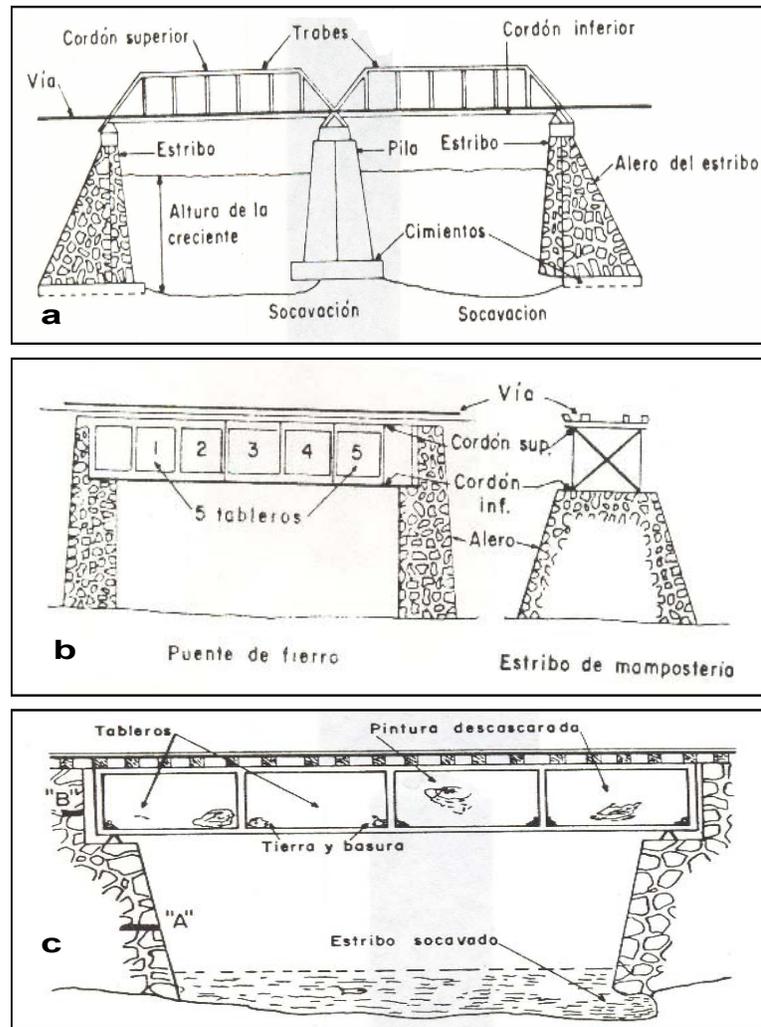
3.2.5.3 Alcantarillas: son estructuras de concreto o metálicas, que se construyen en una vía o carretera con el fin de darle pasó al agua de pequeños torrentes o riachuelos y así evitar el cúmulo de la misma en las laderas de los taludes. Estas consiguen ser provisionales o definitivas, dependiendo de la periodicidad del cauce y del grado de afectación a la vía. Además, pueden ser cuadradas, rectangulares o en forma de cajón (fig. 3.33a); circulares como las de tubo (fig. 3.33b) y de arco o en forma de bóveda (fig. 3.33c). Las dimensiones dependen del volumen de agua a circular por ella.



Fuente: Ferrocarriles Nacionales de México, 1985.

**FIGURA 3.33 Tipos de Alcantarillas.**

3.2.5.4 Puentes: (Ver fig. 3.34) se construyen cuando los ríos son muy caudalosos y de gran longitud, con el objeto de pasar de un lado al otro. Pueden ser: de madera (provisionales), concreto o de hierro (definitivos). O de paso inferior, superior o de paso a través. Y dependerá de donde se requiera la construcción, es decir, los de paso superior cuando el terreno es elevado, de paso inferior o través cuando se requiere brindar visibilidad a los conductores y menor manteniendo. Se recomienda siempre colocar rieles en la zona del puente con el fin de que sirva de guía a la ruedas hasta salir del puente, disminuyendo la posibilidad de descarrilamiento (Ferrocarriles Nacionales de México, 1985).



Fuente: Ferrocarriles Nacionales de México, 1985.

**FIGURA 3.34 Tipos de Puentes, a: paso inferior, b: paso superior, c: paso a través.**

3.2.5.5 Túneles: en regiones accidentadas a veces es necesario perforar los cerros para permitir el paso de la vía. Los túneles son labores subterráneas, que se realizan en zona montañosas que se pueden localizar en tramos rectos o en curvas. En donde, el piso del túnel al igual que los terraplenes deben tener un bombeo para evitar que el agua de las filtraciones del techo lleguen a inundar la vía, además; a los lados se construyen cunetas con el objeto de recoger y desalojar el agua que escurre por las paredes, evitando que se dañe la vía (Ferrocarriles Nacionales de México, 1985).

### **3.2.6 Material rodante**

Lo conforman los vehículos tractivos (locomotoras), los vagones y caboose.

3.2.6.1 Locomotoras: según Ucar y Borges (1970), son vehículos destinados a la tracción, constan de un motor y del sistema de transmisión, que pone en movimiento las ruedas apoyadas sobre la vía. Tanto el motor como el sistema de transmisión caracterizan el tipo de locomotora.

Según el tipo de motor se pueden dividir en dos categorías:

- Motores de movimiento rotativo.
- Motores de émbolo, de movimiento rectilíneo alternativo.

Según el sistema de transmisión se pueden clasificar en:

- Con transmisión hidráulica (a vapor).
- Con transmisión mecánica (Diesel o Diesel-eléctricas).
- Con transmisión eléctrica.

En cuanto a las locomotoras a vapor, que son las más antiguas entre las tres mencionadas, su capacidad de tracción queda limitada por la volumen de la caldera. Asimismo, las eléctricas se restringen por la magnitud de la línea de transmisión que a pesar de ser una fuente exterior casi ilimitada, presenta la gran desventaja de la necesidad de instalar subestaciones eléctricas cercanas, lo que eleva el costo de las mismas. Sin embargo, son muy útiles en las zonas montañosas ya que pueden ejercer la fuerza total de tracción a velocidades más elevadas comparadas con las velocidades de las locomotoras Diesel - Eléctricas.

3.2.6.2 Vagones: los vagones de mina son las unidades que conforman un ferrocarril, y que se destinan al transporte de mineral, lo cual, deben estar concebidos para resistir todos los esfuerzos que se ejerzan sobre él (Ver fig. 3.35). Por ejemplo:

- Peso de su carga.
- Choque de los productos durante la carga.

- Choques durante las paradas de los convoyes.
- Esfuerzos de arranque.
- Abrasión y corrosión, etc.
- 



**FIGURA 3.35 Vagones.**

Fuente: Mideplan-Sectra, 2003.

### Tipos de Vagones:

- De caja fija y descarga con volcadores.
- De caja fija y descarga automática por el fondo.
- De caja en (V) y bascula lateral.
- De caja cuadrada con puerta de descarga lateral o frontal.
- De caja cuadrada con puerta lateral de apertura automática y descarga basculante.
- Caboose: es un vagón de cola, cuyo peso es bastante inferior a los vagones de carga de mineral y el cual es utilizado para mantener vigilancia permanente de los mismos a lo largo del recorrido de los trenes por la vía.

Estos vagones se caracterizan por los siguientes parámetros: capacidad, carga útil, tara, número de ejes, coeficiente de resistencia al movimiento y coeficiente de tara (Jiménez, M., 1978).

### **3.2.7 El medio ambiente y el ferrocarril**

Estudios actuales revelan que los ferrocarriles producen menos del 1% de toda la contaminación del aire. Esto se debe a mejoras en la tecnología de las locomotoras, cambios en la operación ferroviaria y significativo progreso de eficiencia en el consumo de combustible. A continuación se presentan algunas ventajas:

- “Mayor tráfico en los ferrocarriles, menos contaminación en el aire”.
- “Mayor capacidad de transporte sin utilizar más suelo”.
- “Menor combustible por tonelada / kilómetro de carga transportada”.

Sin embargo, existe una afectación en la biota, el medio físico y la parte socio cultural, en el momento de la construcción de la vía, que a través de matrices de impactos ambientales, se puede evaluar la relación causa–efecto y obtener desde la fase de proyecto, medidas de prevención adecuadas.

### **3.3 SISTEMA FERROVIARIO DE CVG-FERROMINERA ORINOCO C.A.**

La red ferroviaria con el que cuenta actualmente CVG-Ferrominera Orinoco C.A., tiene sus inicios desde el mismo momento en que comienza la explotación de las minas El Pao y Cerro Bolívar en la década de los años 50, por parte de las exconcesionarias *Iron Mines Company of Venezuela* y *Orinoco Mining Company*; sin embargo, la construcción de las vías, estuvo a cargo de la empresa norteamericana Morrison, contratada por la United States Steel Corporation.

Es por esto, que el sistema ferroviario se emprende con la construcción del tramo para comunicar el Pao con Puerto Ordaz, seguido de la vía denominada principal que enlaza a Cerro Bolívar igualmente con Puerto Ordaz, la cual se puso en operación en el año 1954, partiendo de la cota 588 en el Cerro Bolívar para recorrer 143 km. A lo largo de más de cuatro décadas, este eje ferroviario se ha mantenido en operaciones, pero actualmente por la inactividad en dicho yacimiento, este ramal no se encuentra operativo (ORTIZ, A. 1993).

Seguidamente y con el comienzo del desarrollo de Cerro Altamira (1970) se construyó un ramal de 15 km que parte del km 114 de la vía principal hacia Puerto Ordaz hasta la estación de carga a cota 495 en Altamira, de allí salía una distribución de aproximadamente 7 km en forma de cola hasta el muelle del 560. Dicho tramo estuvo operativo durante los años de explotación del yacimiento, pero posteriormente fue desmantelado debido al cierre temporal de la mina. No obstante, para la reapertura de la mina en el 2004, debido a las nuevas necesidades de FMO se tuvo que reconstruir la vía férrea nuevamente, partiendo igual desde el km 114 de la vía principal denominado *Sector El Cerrito*, con la misma longitud hasta la cota 495, pero en esta oportunidad la cola hasta el 560 no se ha construido. Es de resaltar que

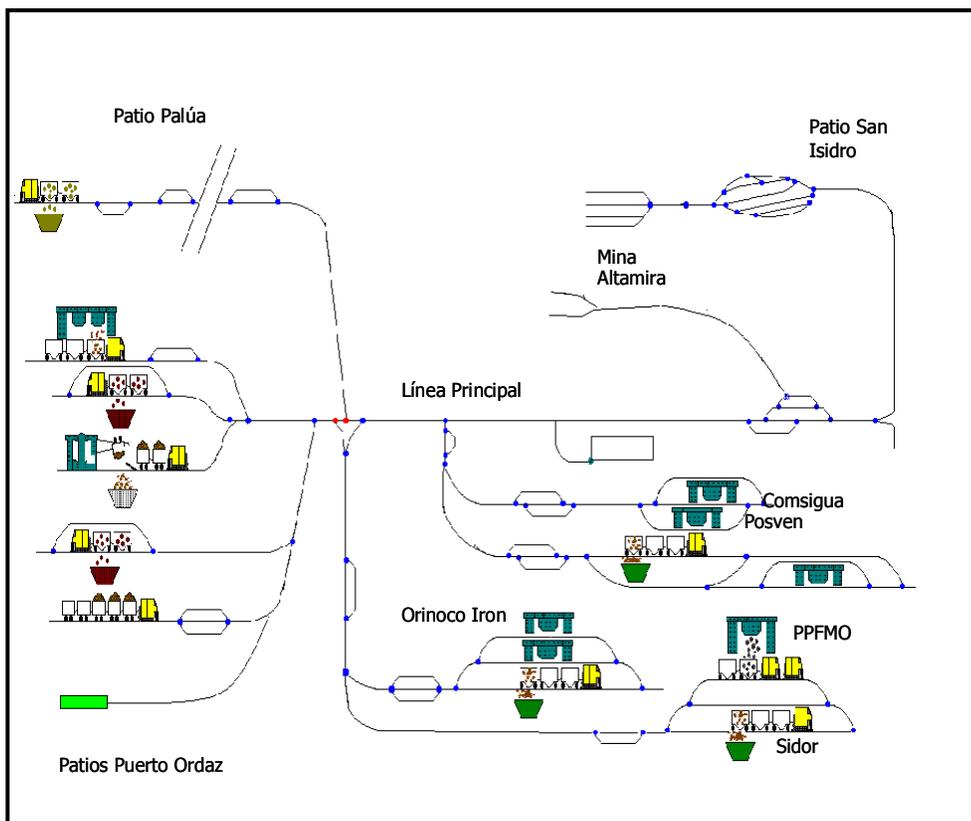
está vía cruza el río Tocomá en la progresiva 0+737 mediante un puente a nivel de 80 m.

El ramal ferroviario “*San Isidro*” fue proyectado alrededor de los años 80, con el objeto de permitir el desarrollo de todos los yacimientos que conforman el CFSI; para esto se proyectó tomando en consideración los parámetros de diseño de las vías antes construidas, con las mejoras originadas de la experiencia, en conformidad con las estrategias de diseño del Instituto Autónomo de Ferrocarriles de Estado (IAFE) y las normas AREMA. Por lo tanto, esta línea férrea constituye un ramal de la vía principal que viene desde Puerto Ordaz y parte desde el km 126 con rumbo general hacia el SE y su implantación estuvo dividida en tres etapas: desde el km 126 al Puente del Río Tocomá, Río Tocomá-Santa Cruz de Tocomá, de allí al yacimiento San Isidro (ORTIZ, A. 1993). El cruce sobre el río Tocomá debido a las características topográficas, se realizó mediante un puente a nivel de 10 m alto, 25 m ancho y 80 m de largo. Después del cruce sobre el río Tocomá el trazado toma rumbo Este hasta el piedemonte del cerro San Joaquín y asciende con una pendiente promedio de 3% por la ladera Oeste de este cerro y Norte de San Isidro, además lo circunvalan por su extremo Oeste para continuar la ascensión por el flanco sur del mismo cerro. La orientación del último sector se diseñó con el fin de alcanzar rápidamente la cota 535 y construir un muelle de carga San Isidro I (SI-1), que posibilitaba iniciar la producción; para posteriormente construir el segundo muelle de carga el (SI-2) a cota 640 conjuntamente con el patio de maniobras, el cual está a cota 580 en el km 20 conformado por cinco líneas, con una capacidad de 140 vagones, conjuntamente con un área de fosa y la zona de mantenimiento.

El ramal San Isidro por lo tanto posee una longitud 18 km hasta el muelle de San Isidro I y 25 km hasta la estación de carga SI-2. Pero este ramal continuó extendiendo al pasar el tiempo hacia la parte Este del CFSI, con el fin de desarrollar el yacimiento Las Pailas y Los Barrancos, es por esto, que se construyó desde SI (Patio de Maniobra) 8 km adicionales hasta el muelle los Barrancos I (R1) y 2 km más hasta la estación de carga (R2) a cota 640 (ORTIZ, A. 1993).

Por otro lado, se debe mencionar que existe también un ramal que parte del km 105 de la vía principal que sirvió para el desarrollo en la década de los años 60 de el yacimiento Torio y Arimagua, para el primero aproximadamente 30 km de vía y 20 km más para llegar a Arimagua. Actualmente la vía no está en funcionamiento, fue desmantelada por inoperatividad del yacimiento.

Además del desarrollo ferroviario dentro del Distrito Ferrífero Piar, FMO cuenta con la línea de interconexión Puerto Ordaz con el Puerto de Palúa y la red ferroviaria hacia las plantas (Ver fig. 3.36) de reducción directa en el sector Industrial de Matanzas (Sidor, Planta de Pellas de Ferrominera, Orinoco Iron, Comsigua y Posven). Con lo cual suma un total de aproximadamente 340 km de vías férreas que constituye la mayor red ferroviaria del país.



Fuente: CVG-FMO "Presentación Institucional de Ferrocarriles", 2004.

**FIGURA 3.36 Diagrama de vías férreas de FMO.**

### 3.3.1 Flota de Equipos

Está constituido por las locomotoras de línea, de maniobras y los vagones. Las locomotoras de líneas prestan servicio permanente de transporte de mineral, las de maniobras operan en los muelles y las líneas de servicio, en general son 39 locomotoras General Motors, con un peso aproximado de 162 Tn cada una. (Ver Tabla 3.3).

**TABLA 3.3** Flota de locomotoras de CVG-Ferrominera Orinoco C.A.

FABRICANTE	MODELO	POTENCIA (HP)	CANTIDAD	AÑOS DE SERVICIO
General Motors	SD-9	1750	6	43
General Motors	SD-38	2000	8	32
General Motors	SD-38-2	2000	3	26
General Motors	SD-38-2	2000	8	12
General Motors	SD-38-2TC	2000	8	8
General Motors	SD-38-2TC	2000	3	5
General Motors	SD-70-M	4000	8	1

Fuente: CVG-FMO "Presentación Institucional de Ferrocarriles", 2004.

Por otro lado, existen aproximadamente 1.593 vagones (Ver Tabla 3.5 y fig. 3.37) tipo Tolva, Góndolas y Volteo con capacidad de 90 Tn de mineral de hierro y unos 24 balastero con cabida de 45 Tn.

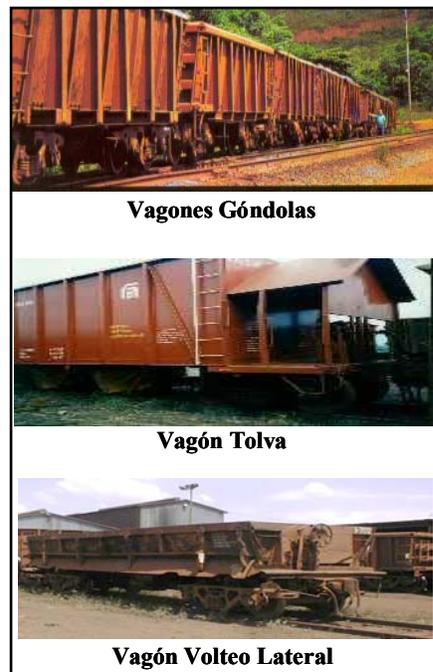
**TABLA 3.4** Flota de vagones de CVG-Ferrominera Orinoco C.A.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	AÑOS DE SERVICIO
Góndola Magor	473	49
Góndola Cobrasma/Conferoven	550	10
Góndolas Búlgaros	88	3
<b>Sub -Total</b>	<b>1111</b>	
Tolvas Ortner	69	26
Tolvas Cobrasma	97	7
Tolvas Conferoven	166	4
Tolvas Modificadas	62	12
Tovas Tipo Pao 70t	70	4
<b>Sub -Total</b>	<b>464</b>	
Volteo Lateral	18	28
Balasteros	24	28
<b>Total</b>	<b>1617</b>	

Fuente: CVG-FMO, Presentación Institucional de Ferrocarriles 2004.

**FIGURA 3.37 Tipos de Vagones.**

Fuente: CVG-FMO “Presentación Institucional de Ferrocarriles”, 2004.



Los vagones una vez cargados en los muelles o estaciones de carga en las minas, son llevados al patio del ferrocarril para la conformación de los trenes; conformación que por lo general suelen ser de 105 vagones góndolas cargados o 70 vagones góndolas más 28 vagones tolvas, para ambos casos se necesitan dos locomotoras; otra posibilidad es utilizar tres locomotoras cuando se requiere conformas trenes de 140 vagones góndolas cargados o 105 vagones góndolas más 28 tolvas cargados.

Por lo cual y como medida preventiva y/o de seguridad, FMO ha establecido que todo tren o locomotora en descenso mantenga regulada una velocidad por debajo o igual a 20 km/h. Sin embargo, en caso de cualquier alteración de velocidad, se cuenta con dos Run Away (Vías de Escape) en servicio para cada uno de los ramales del CFSI (San Isidro, Altamira) las cuales se activan inmediatamente al excederse los 25 km/h.

Todo esto con el fin de mantener unos volúmenes de tránsito anual por el orden de 18 millones de Tn de mineral de hierro no procesado (todo-en-uno), fino, grueso, pellas y briquetas hacia y desde las plantas siderúrgicas.

### 3.3.2 Características de la vía férrea

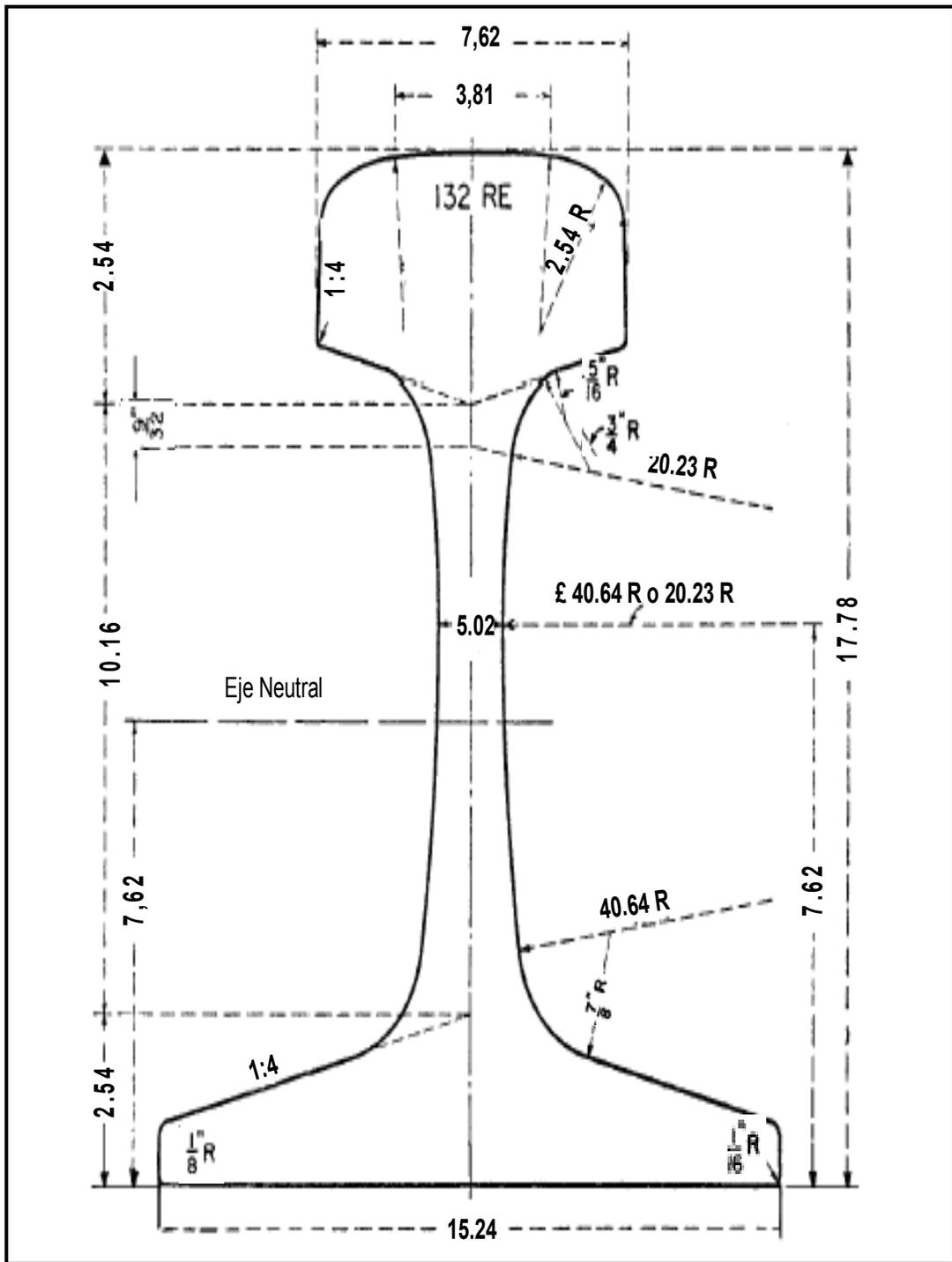
- a. **Tipo de vía:** 80% construida de forma elástica y 20 % clásica.
- b. **Ancho de la vía:** 1.432 mm, ancho internacional.
- c. **Pendiente:** 3.1% máximo.
- d. **Balasto:** N° 24 de las normas AREMA 2000, ver en la siguiente tabla la granulometría necesaria.

**TABLA 3.5** Clasificación del Balasto por su granulometría

N°	Abertura de la malla	PORCENTAJE PASANTE									
		3''	2 1/2''	2''	1 1/2''	1''	3/4''	1/2''	3/8''	N° 4	N° 8
24	2 1/2'' - 3/4''	100	90-100	0	25-60	0	0-10	0-5	0	0	0
25	2 1/2'' - 3/8''	100	80-100	60-85	50-70	25-50	0	5-20	0-10	0-3	0
8	2'' - 1''	0	100	95-100	35-70	0-15	0	0-5	0	0	0
4A	2'' - 3/4''	0	100	90-100	60-90	10-35	0-10	0	0-3	0	0
4	1 1/2'' - 3/4''	0	0	100	90-100	20-55	0-15	0	0-5	0	0
5	1'' - 3/8''	0	0	0	100	90-100	40-75	15-30	0-15	0-5	0
57	1'' - N° 4	0	0	0	100	95-100	0	25-60	0	0-10	0-5

Fuente: AREMA 2000.

- e. **Durmientes:** son gruesos listones de madera creostada para la zonas de producción o concreto Dywidag Cooper E-70 para las líneas principales, estos se colocan transversales a la vía, con las siguientes dimensiones: 2,70 m largo por 0,23 m ancho, 0,18 m espesor, con una separación entre ejes 0,5 m.
- f. **Dispositivo de unión y fijación de rieles:** la unión de los rieles está hecha por medio de eclisas con juntas alternadas. Las placas de asiento se colocan sobre los durmientes y para la fijación se utiliza clavos de escarpia. Además, se emplean switch # 10 para las viñas principales y # 16 para las vías de escape o zonas de alta velocidad.
- g. **Riel:** RE-132, los cuales vienen en unidades de 23.71 m y para su instalación se acostumbra construir paneles de 11.86 m de largo, garantizando rapidez y eficiencia. El peso es de 65.52 kg/m (132 lbs/yd); con una carga máxima por eje de 32,5 Tn. Las dimensiones son las que se muestran a continuación:



Fuente: AREMA, 2000

FIGURA 3.38 Dimensiones de riel RE – 132 AREMA.

# CAPÍTULO IV

## EVALUACIÓN DEL SOFTWARE

---

### **4.1 SOFTWARE AUTOCAD LAND DEVELOPMENT DESKTOP 2005 (LDD)**

Es un programa que facilita la gestión de proyectos, el tratamiento de puntos topográficos, el diseño de alineaciones, la creación de superficies, obtención y dibujo de perfiles, el cálculo de volúmenes, herramientas de etiquetado y parcelación. Con la superioridad de permitir a todos los miembros de un equipo de trabajo acceder y compartir información de forma simultánea, impulsando la colaboración y reduciendo los ciclos de tiempo del proyecto.

Entre las funciones de Autocad Land Development Desktop 2005 destacan las presentaciones múltiples, los alineamientos multiusuario, la interfaz de Modelo de Objeto (OMI), los grosores de línea en pantalla, las órdenes de ajuste de pendiente para puntos y curvas de nivel, así como el soporte de un mismo entorno para el diseño y el proyecto. Este programa permite reducir la cantidad de pasos que el usuario debe dar, facilitando su uso, agilizando su rendimiento, mejorando su productividad y permitiendo crear dibujos de la máxima calidad. Además, contiene órdenes de gestión de proyectos que facilitan la organización de archivos y de la información del plan para su transferencia (Navarrete, F., 1999). La solución completa de este paquete informático está compuesto por tres productos: Autocad Land Development Desktop 2005 (en adelante LDD), Autodesk Civil Design y Autodesk Survey. Todos ellos están desarrollados empleando la tecnología sobre Autocad MAP 3, por lo cual, el proceso para el desarrollo de un proyecto completo, de forma simplificada, consisten en procesar los datos de la libreta de campo con Survey, diseñar las alineaciones y crear el modelo digital con LDD, definir la rasante y las secciones con Civil Design para obtener los resultados de la cubicación. Es por esto, que se describe a continuación los cada uno de los módulos:

#### **4.1.1 Autodesk Survey**

Es un módulo de extensión para Autocad Land Development Desktop 2005, centrado en la entrada, reducción y análisis de información de puntos del terreno, cálculo de trabajos de campo, la compensación de poligonales y las herramientas de dibujo (Coordinate Geometry: COGO); que se puede descargar automáticamente desde estaciones totales del sector, instrumentos y receptores de sistemas de posicionamiento global GPS permitiendo funciones como la automatización de capacidades cartográficas del programa Autocad (Autodesk, 2005).

#### **4.1.2 Autodesk Civil Design (CD)**

Es un programa que amplía Autocad Land Development Desktop 2005 proporcionándole capacidades de diseño centradas en proyectos de ingeniería civil, desde la parte de transporte hasta medio ambiente, pasando por los servicios públicos e infraestructuras. Incluye funciones específicas como el nivelado de plataformas para instalaciones, el trazado de planos de carreteras (perfiles y secciones), el diseño y cálculo de rasantes, explanadas, perfiles longitudinales completos con peraltes y acuerdos verticales, definición de secciones constructivas, cálculo y dibujo de perfiles transversales, modelos matemáticos de hidrología, redes de tuberías, redes de saneamiento y de alcantarillados, etc., que lo convierte en una solución única para muchos tipos de tareas de ingeniería (Autodesk, 2005).

#### **4.1.3 Características del LDD**

*4.1.3.1 Gestión de proyectos:* LDD dispone de un gestor de proyectos (Project Manager) que facilita la ordenación de la enorme cantidad de información y multitud de ficheros, que resulta de un proyecto. Mediante un asistente, se debe ir rellenando parámetros tales como: unidades de medida de distancias y ángulos, escalas de dibujo, sistema de coordenadas, proyección empleada, alturas de texto, etc.; es decir, en ocho pasos se tendrá configurado el proyecto, y estas medidas se podrán grabar para usarlos en trabajos futuros.

El Project Manager asimismo dispone de utilidades para copiar, borrar y renombrar proyectos, examinar los ficheros pertenecientes a cada uno, bloquear archivos para evitar modificaciones por otros usuarios, etc. Los diálogos de Autocad de crear nuevo dibujo y abrir dibujo pueden ser reemplazados por otros en los que se tiene en cuenta el proyecto (Autodesk, 2005).

4.1.3.2 Puntos Topográficos: el primer paso tras configurar el proyecto es importar los puntos. Inicialmente se debe decidir si se desea que los puntos se identifiquen por su número o por su código. La procedencia de los puntos puede ser de los resultados obtenidos por Survey, importando ficheros ASCII procedentes de otros programas, convirtiendo un dibujo existente, o incluso accediendo a una base de datos.

Para el caso más habitual, que será el de importar un fichero, se dispone de un gestor de formatos (Format Manager), que permite seleccionar una configuración ya establecida o bien definir una nueva, pudiendo trabajar con archivos encolumnados o usando separadores de campos. Las opciones de importación, por otra parte, permiten especificar si se quiere que los puntos se numeren automáticamente, la acción de ejecutar cuando hay puntos repetidos, etc. Se puede personalizar completamente la apariencia de los puntos: tipos de marcador, color y tamaño de sus atributos, visibilidad, etc., tanto individualmente como de forma global.

Si los puntos han sido codificados, mediante el Description Dey Manager se puede aprovechar estas descripciones para insertar automáticamente bloques con el tamaño y la orientación que especifiquemos. Asimismo, estos códigos pueden emplearse como clave de acceso a otras bases de datos externas. Para instalaciones con múltiples usuarios, pueden bloquearse determinados puntos para evitar conflictos y permitir que varias personas trabajen a la vez en el mismo proyecto (Navarrete, F., 1999).

Otra característica interesante que ofrece LDD es el gestor de grupos de puntos, que permite crear conjuntos de puntos que tengan alguna propiedad en común. Podemos crear grupos de relleno, puntos informativos, puntos a replantear, o

bien separar distintas fases de evolución de un terreno. Estos grupos serán usados posteriormente en la creación del modelo digital y otras tareas.

Se han implementado multitud de comandos para la edición de la nube de puntos, tales como insertar, borrar, mover, trasladar, girar, reenumerar, etc. También se emplean los comandos que Autocad para la edición, aunque en este caso se debe tener más precauciones para garantizar la correspondencia entre el dibujo y la base de datos (Navarrete, F., 1999).

LDD dispone igualmente de multitud de herramientas de creación de puntos: a partir de vértices de polilínea, a lo largo de alineaciones, interpolando puntos en superficie, por intersección inversa, etc.

Por último, se puede replantear puntos desde bases o puntos sobre una alineación a intervalo constante, generando un informe en fichero ASCII, o bien por pantalla o impresora.

4.1.3.3 Superficies: según Autodesk (2005), una de las mejores cualidades de LDD es su gestor de superficies (Terrain Model Explorer). Con una apariencia muy similar al explorador de Windows, podemos definir varias superficies en un mismo proyecto, y calcular volúmenes entre ellas.

Una superficie se compone de grupos de puntos, ficheros de puntos, curvas de nivel, líneas de ruptura y líneas de contorno. Tras incluir los puntos importado anteriormente, se debe especificar cuáles son las líneas de rotura que serán procesadas. Estas líneas son muy importantes, ya que señalan los cambios de pendiente del terreno, de forma que éste se reproduce con la mayor fidelidad posible. Existen multitud de métodos para definir las: por punto o número de punto, por polilínea, por líneas de 3D, por fichero, etc.

Si se desea se puede especificar el contorno que delimita la superficie a crear, así como “islas” o agujeros en los que no se quiere representar, tales como edificaciones, etc. Es por esto, que se puede construir la superficie, al especificar los puntos que deseamos utilizar, las cotas mínimas y máximas válidas, si se quiere o no considerar líneas de ruptura o contorno, etc. Una vez completado el proceso, que es

asombrosamente rápido, aparece a continuación en el explorador de Modelo de Terreno información estadística sobre la superficie. Donde se obtiene una vista rápida para después ejecutar una triangulación como líneas, caras 3D o malla de polígonos para su visualización.

La superficie puede ser editada, utilizando otros comandos de LDD, mediante éstos es fácil insertar y borrar líneas de triangulación, invertir el sentido de los triángulos, insertar y borrar puntos sobre la superficie, etc. Una característica muy interesante es que todas las operaciones de edición de la triangulación se almacenan en un histórico visible desde el Terrain Model Explorer (Edit History), de forma que si por alguna razón se debe reconstruir la superficie, los cambios realizados manualmente pueden ser aplicados de nuevo automáticamente (Autodesk, 2005).

Otro método diferente para crear una superficie es cuando se parte de curvas de nivel en 3D. En este caso, el explorador de modelos de terreno, y dentro del apartado Contours se elige añadir datos de curvas de nivel, seleccionando objetos. Los puntos son creados usando criterios de filtrado por distancia y ángulo, de forma que el resultado sea lo más fiel posible al terreno original sin crear un número excesivo de puntos. Con este propósito también es posible, una vez construida la superficie, minimizar los triángulos planos que hayan podido crearse.

4.1.3.4 Curvas de Nivel: como se sabe, para este tipo de programas la generación de curvas de nivel es un paso opcional, ya que con el modelo digital el terreno queda completamente definido, permitiendo la obtención de perfiles, cálculo de volúmenes, etc. Sin embargo, para crearlas se debe elegir el estilo a usar en su representación mediante el Contour Style Manager, en el que se especifica el nivel de suavizado y método a emplear, los colores, capas y estilos de texto para las etiquetas, la situación de éstas, etc. (Navarrete, F., 1999).

Una vez determinados todos los parámetros, se procede a crear las curvas, pudiendo controlar las cotas mínimas y máximas, los intervalos para las curvas normales y directoras, etc. Ahora se genera automática o manualmente las etiquetas de las curvas de nivel, dibujándolas en los extremos de las curvas o bien en su

interior. Por último, existen otras utilidades para ayudar al usuario a digitalizar curvas de nivel, localizar curvas con cota cero, cambiar elevaciones, etc.

4.1.3.5 Perfiles: dentro de Autocad Land Development Desktop 2005 también se puede encontrar utilidades de cálculo y dibujo de perfiles longitudinales, aunque se necesita el módulo Civil Design si se quiere trabajar con rasantes y perfiles transversales (Navarrete, F., 1999).

Hay varias formas de obtener perfiles de una o varias superficies previamente creadas. La más fácil es crear una vista dinámica, que consiste en una ventana flotante e interactiva que representa el perfil del terreno a lo largo de un eje con tramos rectos que se han definido previamente.

Otra posibilidad es dibujar una serie de cortes, a los que se le deben asignar etiquetas, después procesarlos, y por último importarlos al dibujo, que representará el terreno natural con la distancia al origen en el eje de abscisas y la cota de ordenadas. Completaremos el dibujo con una rejilla con intervalos horizontal y vertical especificados por el usuario (Autodesk, 2005).

4.1.3.6 Volúmenes: LDD dispone de tres métodos para calcular el volumen entre dos superficies por: *diferencia de mallas (grids)*, *secciones o modelos digitales*. En primer lugar se debe definir un estrato o pareja de superficies entre las que se va a calcular el movimiento de tierras, y a continuación se delimita la zona a procesar, que puede ser todo o parte de las superficies originales. Además, es necesario especificar las unidades empleadas en cálculo, capas, estilos de texto y dimensiones de la celda.

El *cálculo por rejilla* permite controlar la diferencia mínima de cota para que la celda se incluya en el cálculo, los factores aplicables a zonas de desmonte, terraplén y el formato de salida de los resultados. El proceso de cálculo genera una nueva superficie, de tipo de volumen, ofreciendo los resultados de los totales desmonte y terraplén, y la diferencia neta. Pueden representarse gráficamente los resultados diferenciando entre celdas con resultado negativo o positivo, rotulándose

su valor. El método por superficies pregunta por valores parecidos, generando igualmente otra superficie (Navarrete, F., 1999).

El método de *cálculo por secciones* es algo diferente. En este caso no se genera una superficie, sino que LDD realiza un muestreo de perfiles a lo largo del eje X o Y, pudiendo elegir, además de los factores anteriormente citados, entre el cálculo por el área media o por prismas. Las secciones luego pueden editarse numéricamente y dibujarse. Esta es una forma indirecta de obtener perfiles transversales con la gestión automática del entorno. Una vez calculado el volumen por los tres métodos, se puede generar un informe comparativo en el que se muestran los resultados por cada uno de los procedimientos.

4.1.3.7 Visualización: otras operaciones que se realizan con superficies son: el dibujo de mapas de alturas y de pendientes como caras 3D, sólidos o polícaras, pudiendo controlar los colores asignados a los diferentes rangos.

También existe la posibilidad de generar mapas de orientación en los que se dibuja una flecha para cada triángulo de la superficie, y dibujar una malla tridimensional que podremos renderizar posteriormente con AutoVisión o 3D Studio (Autodesk, 2005).

Por medio de Object Viewer se visualiza de forma interactiva y tridimensional un conjunto de objetos en una ventana independiente, pudiendo ampliar y reducir, alterar el punto de vista, cambiar a modo de perspectiva, generar sombras, renderizar, almacenar vistas, salvar como bitmap, etc.

Otras posibilidades de interés para determinados usuarios son el dibujo de la caída del agua desde un punto determinado, proyectar objetos, acotar puntos destacados, etc.

4.1.3.8 Alineaciones: otro de los aspectos en los que Autocad Land Development Desktop 2005 ayudará a los diseñadores de obras lineales es el de las alineaciones. LDD incorpora una buena herramienta para los trabajos de diseño con alineaciones. Ofreciendo comandos para dibujar y encajar líneas, curvas y clotoides, y

posteriormente convertirlas a un estado de alineaciones, que será procesado por Civil Design.

El dibujo de líneas contiene comandos para dibujar a partir de coordenadas, números de punto, distancia y ángulo, paralelas, tangentes, perpendiculares, etc. Para las curvas se dispone, por otra parte, de herramientas para crear curvas entre dos rectas, que pase por un punto, curva desde el extremo de un objeto, curva que mejor se adapte a un conjunto de puntos, etc.

Las utilidades para el dibujo de espirales o clotoides el programa despliega una serie de menús de iconos con todas las posibilidades, agrupadas en cuatro categorías: encaje entre tangente y tangente, entre tangente y curva, entre curva y curva, y enlazar espiral con otro elemento. De la misma forma, permite especificar de forma interactiva los datos de radios, parámetros y longitudes de las clotoides. Una vez editadas se puede seleccionarlas y activar mediante los menús de contexto de la ventana de propiedades de la entidad, con información acerca de las características de cada clotoide (Autodesk, 2005).

Por lo tanto, después de dibujar de forma independiente las líneas, curvas y clotoides, se puede enlazarlas para convertirlas a alineaciones, dándole además un nombre al conjunto y un punto kilométrico inicial. Tras este proceso se calculan automáticamente los peraltes según la normativa incluida en LDD. Después es posible acotar los puntos singulares y otros a intervalos constante, habiendo personalizado las etiquetas y parámetros de representación necesarios. Algunas herramientas más dentro de este grupo son la creación de paralelas simultáneas con respecto al eje y la creación de un fichero con datos de replanteo de puntos.

*4.1.3.9 Parcelación:* según Navarrete, F. (1999), otro de los grupos de comandos que se incluyen con LDD son los referidos a la gestión y acotación de parcelas. Para ello se aprovecha la funcionalidad de Autocad MAP 3 en cuanto a la topología de polígonos.

Para explotar estas posibilidades se debe dibujar previamente los contornos de las parcelas e invocar al gestor de parcelas, desde donde se importaran los datos de la

geometría y etiquetado, mediante polilíneas o puntos. Desde este diálogo se puede igualmente definir los parámetros de capas y representación, y generar informes con áreas y perímetros de cada parcela, así como detalle de los ángulos y distancias de cada uno de sus lados.

Otras utilidades interesantes son las de generación automática de límites de parcelas que tengan un área determinada. Existen varios métodos para ello, dependiendo de si se quiere calcular los límites trazando paralelas a una línea determinada, girando una línea con respecto a un punto, o usando líneas flotantes.

*4.1.3.10 Utilidades Adicionales:* Autocad Land Development Desktop 2005 ofrece además un gran número de utilidades adicionales para etiquetado y terminación de planos, consulta y gestión de capas, bloques, etc. (menús Labels, Inquiry y Utilities). (Navarrete, F., 1999).

## **4.2 SOFTWARE ISTRAM**

Istram es un software de la compañía Buhodra Ingeniería S.A. (España) el cual permite proyectar, modificar y generar un vídeo con tu camino construido, incluyendo peraltes, sobre anchos, terrazas y la demarcación vial; todo esto dividido en cinco módulos de trabajo que se describen a continuación (Buhodra Ingeniería, 2005).

### **4.2.1 Cartografía Digital - Módulo Básico**

Permite la carga, edición y gestión de Cartografía 3D; incorporando la interfase del usuario, el gestor de aplicaciones externas, el generador de isolíneas, los conversores de E/S de datos cartográficos externos, los editores de cartografía digital 3D y de construcciones geométricas, el calculador de libreta topográfica, el gestor de bases de datos cartográficas y es el soporte para el resto de los módulos (Buhodra Ingeniería, 2005). Sus principales características son:

a) **Interfase de usuario**

- Sistema de menús jerarquizado, además de menús e interfases de acceso a programas del usuario escritos en Shell-Script, C, Fortran y Pascal.
- Menús desplegados accesibles desde todos los módulos.
- Generación automática de secuencias de trabajo.
- Programación de secuencias para trabajo automático en substitución de procesos repetitivos.
- Gestión de tablas de variables escalares, accesibles por programas de usuario.

b) **Entradas**

- Cartografía digital 3D en ficheros ASCII de multitud de formatos diferentes.
- Ficheros DXF, DGN, DIGI, KORK, R2, CADIC, GENIO.
- Mesa digitalizadora.
- Mapas o fotos raster.
- Libreta topográfica convencional o magnética en muchos formatos diferentes.
- Transformación de coordenadas, cambio de huso UTM.
- Filtrado de información sobreabundante, traducción de capas.
- Carga de ficheros, global, por hojas o por zonas de trabajo.
- Mapa continuo. Navegación con carga y descarga dinámicas.
- Compilación de mapas de diferentes fuentes y escalas.
- Composición de mapas temáticos diferentes.

c) **Gestión del modelo topo/cartográfico**

- Triangulación optimizada de nubes de puntos y/o líneas 3D respetando las líneas de quiebra predefinidas.
- Depuración de la triangulación por bandas o por recintos.
- Edición plena de los datos de entrada.
- Mezcla de los modelos digitales del terreno formados por puntos, escamas triangulares espaciales y líneas 3D cualesquiera.
- Cálculo automático de isolíneas.

- Transformación de coordenadas.
- Integración de modelos cartográficos de diferentes escalas.
- Asignación libre de las unidades cartográficas y de sus atributos a ilimitadas capas de información.
- Asignación automática de la cota a las líneas planas apoyándolas en los modelos del terreno que el usuario seleccione.

**d) Visualización**

- Representación en perspectiva de los modelos cartográficos alámbricos fijando por coordenadas o gráfica-interactivamente el punto de vista.
- Definición de secuencias perspectivas según trayectorias y visuales arbitrariamente seleccionadas por el usuario.
- Visualización por capas y modelos.

**e) Edición de modelos cartográficos 2D y 3D**

- Edición tridimensional integral.
- Inserción, desplazamiento y borrado de puntos.
- Selección libre del modo y del elemento geométrico de enganche para tomar las coordenadas X, Y, y Z de objetos existentes.
- Empalme automático y guiado de modelos cartográficos contiguos.
- Etiquetado automático de líneas de nivel por banda e individualmente.
- Desplazamiento de líneas.
- Definición de recintos activos para los comandos de edición.
- Generación de líneas y polilíneas por geometría analítica: horizontales, verticales, paralelas perpendiculares, ortogonales, punto + tangencia, arcos, tangente a 2 arcos, desplazamiento, copia y borrado de objetos.
- Inserción rotación y escalado de bloques externos.
- Activación y desactivación de elementos por tipos.
- Reasignación de elementos a capas.
- Asignaciones de coordenadas dadas gráficamente o por teclado.

- Generación de mapas de isoinclinaciones.
- Generación de cuencas visuales, estudio de objetos visibles y antenas.
- Generación de áreas soleadas.
- Funciones para poner en cota mapas sin elevaciones.

f) **Rotulación**

- Generación por el usuario de la colección de estilos de texto.
- Estilos predefinidos y de usuario, modificables en grosor, tamaño inclinación y separación entre caracteres.
- Almacenamiento de los rótulos en número ilimitado de capas.
- Selección dinámica de posición, orientación, tamaño y punto de enganche.
- Generación y edición variada de rótulos.
- Activación y desactivación por capas.
- Integración gráfica de ficheros externos de texto.

g) **Digitalización**

- Digitalización interactiva de planos.
- Integración automática y guiada en modelos cartográficos preexistentes de los mapas digitalizados.
- Digitalización en modo discreto o continuo.
- Soporta gran variedad de dispositivos digitalizadores.

h) **Mediciones**

- Distancias reales y proyectadas.
- Ángulos y pendientes.
- Áreas de recintos cualesquiera.

i) **Salidas**

- Planos totalmente acabados.
- Paginación automática y condicionada de los planos.

- Base de datos de rotulación variable por planos.
- Rotulación y mallado automático.
- Edición interactiva del paginado.
- Generación automática de múltiples ficheros.
- Trazado en línea o diferido.
- Cambios arbitrarios y automáticos de escala.
- Ficheros ASCII en varios formatos cartográficos.
- Ficheros DXF y DGN.
- Ficheros “de mapas de puntos” para su reproducción por dispositivos raster y planos combinados superponiendo imagen raster y vectorial.
- Ficheros con imágenes de fotorealismo compatibles con diversos sistemas video-gráficos.

**j) Bases de Datos Cartográficas**

Buhodra Ingeniería (2005), esta característica de ISPOL permite la generación, acceso y mantenimiento rápido y eficaz de cartografía. Las funcionalidades más importantes con que cuenta son:

- Generación automática de Bases de Datos Cartográficas a partir de cartografía cargada con ISPOL.
- Adición de información cartográfica automáticamente.
- Posibilidad de recorte de zonas con información no necesaria.
- Múltiples métodos de selección de zonas de la Base de Datos Cartográfica.
- Navegación por la cartografía, con o sin carga y/o descarga automática de información.

**4.2.2 Proyecto de Obras Lineales - Proyecto y Trazado de Obras Lineales**

Dispone de todas las funciones necesarias para el proyecto interactivo de toda obra lineal: definición del eje en planta y alzado sobre cualesquiera modelos digitales del terreno, tratamiento general y específico de todas las singularidades de la sección

transversal, cálculo de las volumetrías de todas las tierras removidas, generación automática y asistida de todos los planos de proyecto (Buhodra Ingeniería, 2005).

**a) Planta del eje**

- Definición gráfica y numérica plenamente interactiva, incluyendo la totalidad de las opciones de definición de alineaciones, con o sin la cartografía como base gráfica.
- Soporta todas las tipologías de alineaciones: fijas, flotantes, giratorias, de enlace, de entrada, de salida, resolviendo la totalidad de la casuística geométrica.
- Ilimitado número de ejes secundarios (ramales) asociados a ejes primarios (el ramal es modificado automáticamente tras de una redefinición total o parcial del eje primario).
- Recálculo automático y simultáneo de un número ilimitado de ejes.
- Definición gráfica en planta de carriles arcenes, cunetas, etc.
- Replanteos y cálculos masivos de puntos por diversos métodos.
- Admite ficheros de parámetros de control para diseño automático, modificables por el usuario.
- Librería de aparatos de vía para ejes de ferrocarriles.
- Cálculo de planta con ancho incorporado.
- Cambios automáticos de tipos de alineación.
- Contempla la Instrucción de Carreteras Española y de varios países Latinoamericanos cuando aconseja radios, clotoides, etc.
- Importación de ejes en planta de otros programas.

**b) Alzado del eje**

- Diseño interactivo gráfico y numérico de la rasante.
- Alzado independiente de la calzada derecha e izquierda en autopistas y ferrocarriles de vía doble.

- Generación automática de la rasante y peralte de ramales según rasante y ley de peraltes del tronco.
- Enganche a puntos de paso para definición de rasante condicionada.
- Obtención automática de longitudinal rápido del terreno para diseño simultaneo de planta - alzado.
- Obtención de la sección de la plataforma de otros ejes durante el diseño, para definición de rasantes interrelacionadas y control de gálibo.
- Importación de rasantes de otros programas.

**c) Sección transversal**

- Diseño interactivo y automático de la plataforma.
- Gran número de calzadas principales y auxiliares por eje.
- Mediana de ancho y profundidad variables y de diversa geometría.
- Plataformas fijas para zonas de aparcamiento, jardines, aceras, etc., en bordes de calzada y en mediana.
- Ejes de giro variables.
- Determinación automática de sobreanchos.
- Determinación automática de peraltes según tablas y fórmulas configurables por el usuario.
- Diseño interactivo de las secciones transversales tipo, incluyendo los desmontes y terraplenes.
- Tramos con sección transversal en transición continua para plataforma y taludes.
- Punto variable de control de desmonte y terraplén.
- Secciones de cuneta, roca, desmonte y terraplén definibles por vectores poligonales de geometría controlada.
- Generación automática de la subrasante.
- Cálculo de puntos característicos de la plataforma.
- Diseño, cubicación y listado de hasta 10 componentes del paquete de firme.
- Explanada mejorada sobreescavación de espesor variable.

- Diseño interactivo de enlaces con generación automática de fronteras de cubicación y obtención del peralte y rasante de ramales deducidos del tronco.
- Resolución de entronques de ramales con modificación automática de los transversales.
- Edición interactiva de perfiles transversales que una vez modificados son cubicados, dibujados y listados.
- Transversales de varios ejes simultáneamente.
- Sección transversal de carretera-autopista o de ferrocarril, con simple o doble vía, ejes de giro y peraltes al estilo ferrocarril, definición de balasto, subbalasto, paseos, traviesas, carriles, etc.

**d) Cubicaciones, otras funcionalidades y salidas**

- Diagrama de masas.
- Extracción automática de perfiles transversales y longitudinales del terreno y de cualquier otra superficie según la planta de un eje arbitrario.
- Acepta perfiles levantados en campo o digitalizados desde su dibujo.
- Edición de transversales para corrección de errores y modificaciones.
- Interpolación automática de transversales intermedios.
- Cálculo interactivo de la sección por cualquier punto del eje dado gráficamente o por su P.K.
- Generación automática del modelo alámbrico (3D) del proyecto, incluyendo rayado de taludes y zonas de ocupación.
- Generación de secuencias animadas de visualización del modelo tridimensional del proyecto según trayectorias arbitrarias.
- Planos de perfil longitudinal totalmente acabados y configurables con acuerdos, guitarra, estado de alineaciones y peraltes, muros, diagramas de masas, etc.; en multitud de formatos definibles por el usuario.
- Planos de perfiles transversales totalmente acabados y configurables con rotulación de mediciones.
- Generación de planos compuestos de planta y alzado.

- Listados exhaustivos de todos los cálculos y mediciones.
- Listados de coordenadas para replanteo en campo de cualquier línea del proyecto; selección automática de bases de replanteo.
- Funciones específicas para proyectos de ensanche y mejora: definición de longitudinal de cotas mínimas; mediciones de los firmes modificados.
- Menú de análisis de visibilidad con modificación automática de la sección; cálculo automático de bermas de despeje.
- Tablas de cubicación configurables.
- Perfiles compuestos de diferentes fechas, obtención de cubicaciones parciales o a origen para seguimiento de obra, listados de desviaciones de la geometría que se va realizando.
- Generación automática del modelo sólido para representación fotorrealista y/o hibridación.
- Ficheros de salida para conexión con programas de presupuestos.

#### **4.2.3 Modelado de Superficies**

Este módulo contiene las funciones precisas para la gestión simultánea de un gran número de superficies sin vinculación geométrica entre ellas, así como la generación de éstas por medio de variadas operaciones geométricas 3D. Ideal para el Proyecto interactivo y Seguimiento de Operaciones de Movimiento de Tierras, incluidas la geometría, volumetrías y planos. Complemento indispensable en el Proyecto de Obras Lineales (Buhodra Ingeniería, 2005). Sus características son:

- Generación automática de taludes y bermas.
- Simulación de vertidos y excavaciones.
- Generación automática de pistas.
- Ayudas constructivas para el trazado de caminos.
- Cálculo de la intersección entre superficies.
- Levantamiento de perfiles longitudinales, y transversales según cualquier línea directriz 3D.
- Representación y edición de perfiles.

- Trazado de planos acabados de perfiles.
- Cálculos de distancias, áreas de superficies planas y alabeadas.
- Cálculo de áreas y volúmenes de desmonte y terraplén.
- Cubicaciones simultáneas de los volúmenes de gran número de cuerpos cualesquiera entre planos horizontales y prismas con contorno libre de la sección recta.
- Curvas de llenado de vertederos y embalses.
- Gestión simultánea de múltiples superficies.
- Generación de superficies cualesquiera según generatrices y directrices alabeadas Seguimiento de cortas.
- Modelos digitales de superficies por isolíneas y mallas de triangulación, rejilla regular y líneas 3D cualesquiera solos o combinados.

#### **4.2.4 Fotorrealismo - Generación de modelos de realidad virtual.**

Buhodra Ingeniería (2005), por medio de éste módulo, el usuario puede generar perspectivas fotorrealistas de conjunto de las obras proyectadas y del terreno, seleccionando las propiedades visuales de cada superficie representada y de los focos de luz. También puede realizar hibridaciones de modelos de proyecto con imágenes del natural. Tratamiento de los modelos 3D y texturas. Generación de modelos VRML para visualización remota de proyectos. Este módulo es la parte de ISPOL destinada a la visualización de modelos sólidos tridimensionales para obtener una imagen del resultado final del proyecto.

Los beneficios que plantea el disponer de una visualización sólida realista de los modelos de trabajo se centran en varios puntos:

- Capacidad para evaluar a priori problemas constructivos que son inapreciables sin una representación sólida de los objetos que intervienen en el proyecto.
- Realizar estudios de visibilidad desde puntos concretos donde no es predecible su comportamiento con un modelo 2D.
- Obtener imágenes referentes al impacto medioambiental de la obra proyectada, así como su integración en el entorno paisajístico.

- Utilizar estas imágenes como medio de presentación del proyecto, ya sea de forma impresa o a través de su capacidad de exportación de imágenes en formatos que permiten su tratamiento en video.
- Se combina la flexibilidad y sencillez de uso características del entorno ISPOL con la potencia y prestaciones de los más avanzados generadores de imágenes 3D disponibles en el mercado, siempre orientado al entorno ingenieril que nos ocupa.
- El visualizador se complementa con tres submódulos que potencian sus posibilidades: un generador de imágenes animadas, un potente editor de objetos 3D, una herramienta para la hibridación de imágenes reales con modelos de ordenador y un retocador 2D de las imágenes en proceso. El resultado son imágenes en diversos formatos con un acabado notable.

#### **4.2.5 Sistema de Información Geográfica**

Incorpora un gestor propio de bases de datos. Incluye también el generador, el editor y el gestor de topologías de redes y recintos, además de útiles funciones de análisis y medida, digitalizadores y conversores específicos para gestión catastral y otros entornos. Sus características son:

##### **a) Verificación y edición topológica**

- Determinación automática de intersecciones entre líneas, nodos y polígonos (señalización de problemas para corrección interactiva); corrección asistida express.
- Carga de ficheros de polígonos y chequeo de falta o duplicación de centroides y atributos.
- Cambio de códigos, niveles y capas.
- Construcción automática de las relaciones jerárquicas y de inclusión (recintos multifrontera, islas, subparcelas, topologías de red, jerarquías en redes).
- Modificación interactiva durante la actualización y mantenimiento, con corrección de la topología y de las relaciones jerárquicas y de inclusión.

#### **b) Gestión de la base de datos**

Creación de niveles jerárquicos, códigos clasificadores de elementos, campos y variables, unidades de tratamiento por fronteras, clasificación por hojas, por límites territoriales, por jerarquía, y por inclusión. Gestión automática de los ficheros de la BD en cargas y descargas de zonas de trabajo parciales (indexación transparente al usuario). Carga y chequeo de ficheros de polígonos de procedencia externa.

### **4.3 SOFTWARE CARTOMAP**

CARTOMAP aborda desde una plataforma unificada los Proyectos, Ejecución y Control de obras de Ingeniería Civil, Topografía, Urbanismo, Minería. Desde la importación de datos de libretas electrónicas o estaciones totales, o desde ficheros de intercambio como los DXF, se obtienen salidas gráficas y vistas en 3D de alta calidad. Los procesos intermedios permiten calcular modelos del terreno, realizar diversos cálculos topográficos, y definir un trazado de la forma más detallada, resolviendo complicados enlaces entre viales (Aneba, 2005). Para ello dispone de los siguientes módulos:

#### **4.3.1 Topografía y Curvado**

Entrada de datos, cálculos topográficos, modelos del terreno, curvas de nivel, CAD 3D, exportación de datos, salidas gráficas y comunicación con Pocket CARTOMAP.

#### **4.3.2 Perfiles y Cubicaciones**

Aneba (2005), el módulo 2 incluye el módulo 1 "*Topografía y Curvado*" y Añade una serie de potentes herramientas para generar perfiles longitudinales y transversales, cálculo de cubicaciones por diferentes métodos, entre otras. Incorpora más herramientas para el dibujo CAD como el dibujo interactivo de trazados en planta

### **4.3.3 Versión íntegra - Proyectos de Ingeniería y Vistas 3D**

El módulo 3 completa la funcionalidad de los anteriores módulos con las herramientas necesarias para definir rasantes, secciones tipo, nuevos métodos de cubicación, cajas de saneos y funciones de certificación, tratamiento de ramales, replanteo y Vistas 3D (Aneba, 2005). De forma general reúne las siguientes características funcionales:

- Proyecto unificado en un sólo archivo que simplifica su gestión.
- Deshacer / rehacer ilimitado.
- Salvaguarda automática.
- Memos de texto enriquecido, audio, imágenes,... asociables a cada objeto.
- Paleta de colores reales (24bits) con paletas de 256 colores para AutoCAD.
- Tramas normales y con imágenes.
- Actualización de vistas en tiempo real, sin necesidad de actualizar referencias externas.
- Entrada de datos y comunicaciones con ficheros ASCII de coordenadas planas, geográficas y angulares.
- Modelos del terreno de malla de triángulos.
- Comunicación bidireccional en DXF (AutoCAD, MicroStation,...).
- 100% compatible desde AutoCAD 10 al 2004.
- Conversión de Geográficas a UTM/GK/LLC y viceversa.
- Autocroquis.
- Con múltiples códigos parametrizables por punto.
- Posicionamiento automático inteligente, evitando el solape de textos.
- Operaciones anidadas.
- Generación de puntos a lo largo de un eje.
- Información exhaustiva de: Superficies, ítems, coordenadas, puntos sobre un eje, etc.
- Editor de listados con posibilidad de exportación ASCII y directa a MS Excel.
- Impresión directa.

- Incorporación de múltiples zonas de perfiles longitudinales y transversales.
- Cubicaciones y cálculo de volúmenes.
- Definición interactiva de enlaces en planta.
- Rasantes.
- Definición de secciones tipo.
- Topografía modificada y replanteo.
- Tipos de terreno.
- Tratamiento de ramales.
- Vistas 3D animadas.

#### **4.4 SOFTWARE SDR MAPPING & DESIGN**

El Datacom Software Research (SDR) Mapping and Design, es un programa basado en ordenadores personales de paquetes modulares, que se pueden integrar para disponer de soluciones apropiadas, dando respuestas a algunas necesidades de ingeniería y topografía (SDR M&D, 1996). Los módulos son: SDRmap, SDRcalc, SDRcontour, SDRprofile, SDRvolume, SDRdesign y se describen a continuación:

##### **4.4.1 SDRmap**

Es parte de la serie de productos del programa SDR M&D, que consiste en un sistema de trazado de mapas basado en ordenadores, diseñados para trabajar conjuntamente con la serie de colectores de datos del SDR. Este módulo proporciona una interfaz entre dichos colectores de datos y la impresora de planos (plotter). Además, permite crear un nuevo trabajo, editar los archivos, transferir los datos a la base, cargar los dibujos, imprimir coordenadas (SDR M&D, 1996).

##### **4.4.2 SDRcalc**

Es un sistema que realiza cálculos analíticos de coordenadas en la pantalla gráfica. Es decir, cálculos del eje, variación de la pendiente, configuración de puntos generados, intersecciones, replanteo de datos, cálculos de curvas, área, de coordenadas XY, comprobación de superficie (SDR M&D, 1996).

#### **4.4.3 SDRcontour**

Proporciona un procedimiento rápido de acabado, para la creación y edición de superficies, debido a que tiene la posibilidad de incluir límites y cambios de pendiente en el modelo de curvas de nivel, conteniendo además una función de edición avanzada de triángulos que permiten tener un control más directo sobre la creación del modelo. Las superficies se pueden unir para crear superficies compuestas (SDR M&D, 1996).

#### **4.4.4 SDRprofile**

Es un método de dibujo de perfiles longitudinales y transversales, de un modelo de curvas de nivel enfocado en el desarrollo y control de obras lineales como carreteras, control de ríos, estudio de erosión, y en general cualquier obra que se necesite representar en perfiles (SDR M&D, 1996).

#### **4.4.5 SDRvolume**

Proporciona un cálculo rápido, sencillo y exacto de volúmenes recurriendo a el método de cálculo de *prismas triangulares* individuales, definidos por los planos triangulares que se forman en el modelo digital del terreno, utilizando la superficie de las bases y las cotas promedio de los prismas; o el método *tradicional* de calcular las superficies entre los perfiles transversales de distintos terrenos y multiplicar estos últimos por la distancia entre los perfiles. Todo esto con el objeto de realizar: cálculo de acopios, volúmenes de capas de materiales (vetas de carbón), totales de corte y relleno en zonas de movimientos de tierra, certificaciones mensuales y finales de volúmenes sobre carreteras en construcción, volúmenes semanales y mensuales de desmonte, desechos en las canteras (SDR M&D, 1996). A este modulo se puede acceder al seleccionar Menú/Perfiles y se desplegara el siguiente menú:

#### **4.4.6 SDRdesign**

Es un módulo que permite al diseñador de vías una serie de aplicaciones para los diseños de zanjas, movimientos de tierra para diques y plataformas de construcción, etc. Mediante el diseño horizontal y vertical del eje de vías, de secciones tipos, tablas y peralte, valores de sondeos, generación de informes de cantidades de movimiento de todos los materiales definidos y sus características.

Por lo cual, es importante saber, que el SDR M&D para formatos de datos de perfiles usa dos sistemas de coordenadas, que definen donde se encuentra un punto. Estos son: Este, Norte y Cota (x,y,z) o por PK (distancia al eje (+/-)) y cota. Donde, el término PK (llamado también distancia al origen) se refiere a la distancia a lo largo de una ruta, generalmente medida como el recorrido por la línea central de la ruta. Para aplicaciones de carretera, el término PK es adecuado, pero para algunas otras aplicaciones de perfiles puede ser más fácil pensar en PK como el número de perfil en particular cuando nos interesan los perfiles transversales (SDR M&D, 1996).

Sin embargo, la base de datos del SDRprofile tiene la habilidad de almacenar las dos series de coordenadas asignadas a cada punto. Motivado, a que antes de poder usar un punto para el dibujo de un perfil longitudinal o transversal, se debe tener un PK y distancia al eje asignado. Los puntos introducidos usando el método de entrada de libreta de nivelación tiene un PK y una distancia al eje, pero no tiene coordenadas X e Y. Los puntos obtenidos desde los colectores de datos SDR tendrán coordenadas X e Y, pero no tendrán PK y distancia al eje (SDR M&D, 1996).

# CAPÍTULO V

## MARCO METODOLÓGICO

---

### 5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación de Campo-Correlacional (Michelle F., 2002), debido a la necesidad de recolectar información de primera mano, es decir, de la fuente (Distrito Ferrífero Piar), con la finalidad de obtener data que no estuviese registrada y/o corroborar la existente con el contacto directo. Además, es *correlacional*, motivado al hecho de plantear el grado de relación que existe entre el ambiente, la vía existente y las nuevas propuestas con el objeto de lograr un equilibrio.

### 5.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio es No Experimental-Transeccional, dado que se estableció una recolección de dato en un momento específico, con la particularidad de describir variables y analizar su incidencia e interrelación con el diseño de los trazados ferroviarios (Michelle F., 2002).

### 5.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación de datos tuvieron el enfoque de compilar la información dispersa, referente a factores que intervinieron en cada una de las etapas de la investigación (fig. 5.1). En general, los instrumentos fueron: visitas de campo, recopilación bibliográfica, entrevistas con las personas involucradas, observaciones de mapas y planos multi-temáticos, etc. Para lo cual, se utilizaron distintas herramientas como lo son: Microsoft Office, Autocad 2005, Autocad Land Development Desktop 2005 y Autodesk Civil Design.

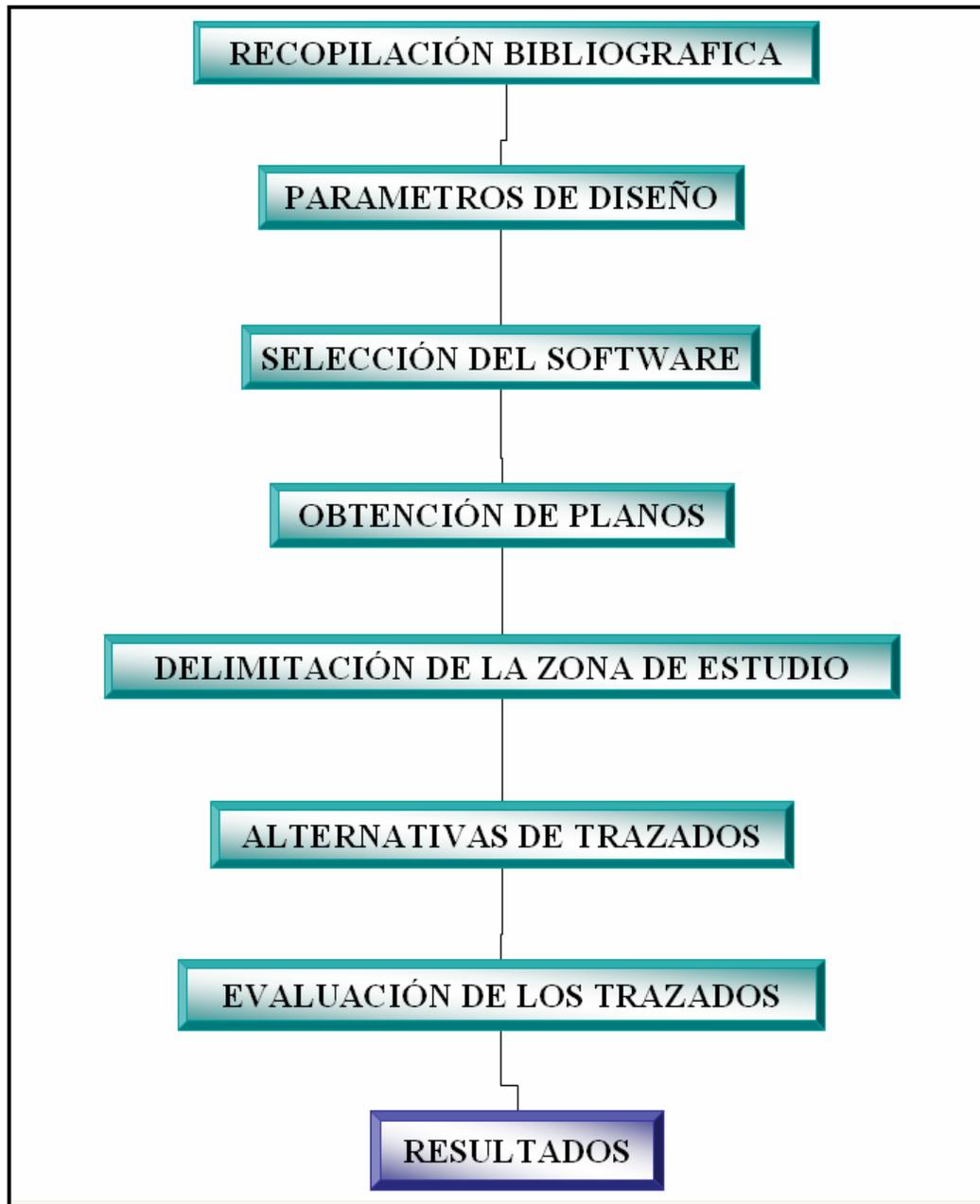


FIGURA 5.1 Flujograma de metodología.

#### 5.4 PROCEDIMIENTO

El procedimiento comprende el desarrollo del flujograma de la metodología antes mostrado, es por esto que inicia con la aplicación de los instrumentos motivado a la necesidad de dividir la información en:

#### 5.4.1 Recopilación Bibliográfica

Fue la etapa de inicio del proyecto de diseño de trazados de vías férreas y consistió en la obtención, clasificación y asimilación de toda aquella información que contribuyó a la elaboración de este Trabajo Especial de Grado, conjuntamente con el enriquecimiento de los conocimientos necesarios para el desarrollo de las próximas etapas.

#### 5.4.2 Parámetros de diseño

Se asentó en la fijación de acuerdo a la experiencia de FMO y las normas AREMA 2000 de todas aquellas variables que son necesarias para el diseño de vías ferroviarias, las cuales se muestran a continuación:

- Topografía: la topografía estuvo integrada por curvas de nivel a cada 5 m con lo que se lograba que la base de datos contuviera la suficiente información con el fin de disminuir los errores de interpolación con la misma.
- Pendiente: los diseños no deben poseer pendientes mayor a  $\pm 3.1\%$ , motivado a que es el rango aprobado por FMO en función de todas las características del ferrocarril que ellos utilizan (superestructura, locomotoras, vagones), de las toneladas de mineral que transportan y de las velocidades que desarrolla.
- Tipos de Curvas: para el alineamiento horizontal se utilizaron tres tipos de curvas, las *Tangentes* para las conexiones entre las curvas *Simple* o en *Espiral* de tipo Clotoide (Ver capítulo III), las cuales han sido empleadas en todos los trazados de FMO y en las normas AREMA 2000 lo recomienda; aunado a que son las curvas que los programas de diseño de vías contienen para sus cálculos. Para el alineamiento vertical el tipo de curva fue la *Parábola* tanto cóncavas como convexas según el cambio de pendiente de la rasante y con longitudes entre 100 y 500 m, lo que asegura una transición adecuada entre las pendientes.

- Ángulo de deflexión: es el parámetro más relevante que define una curva y para estos diseños se tomo como valor  $180^\circ$  considerándolo como adecuado para las situaciones de diseño de este trabajo.
  
- Peralte: por tratarse de un diseño geométrico para una vía de carga de mineral de hierro de baja velocidad y de conformidad con la experiencia de Ferrominera Orinoco C.A. se ha establecido que es más ventajoso el establecimiento del peralte en la capa de balasto, motivado a que el valor que se debe aplicar es pequeño y facilita la construcción de la plataforma. Por lo tanto, los diseños presentados en este trabajo tienen un peralte nulo.
  
- Sección Tipo: en la figura que se muestra a continuación se observan todas las medidas que son necesarias para las secciones transversales de la vía y la disposición general de las dimensiones; es así, como se observa el ancho general de la plataforma (13 m), los tres metros extras que se dejan del lado derecho de la vía para el servicio y mantenimiento de la misma. Con una infraestructura de dos aguas con un 3% de bombeo es para lograr un drenaje a ambos lados de la línea férrea y dirigir las aguas hacia las cunetas. La explanación está constituida por la plataforma hasta las cunetas; además, se observa también en la sección tipo (fig. 5.2) las relaciones tanto para el talud de corte como de relleno en función de las pruebas de estabilidad del material presente en todo el DFP. También, se muestra gráficamente la zona involucrada en los reportes de movimiento de tierra que se presenta en los análisis de resultados.

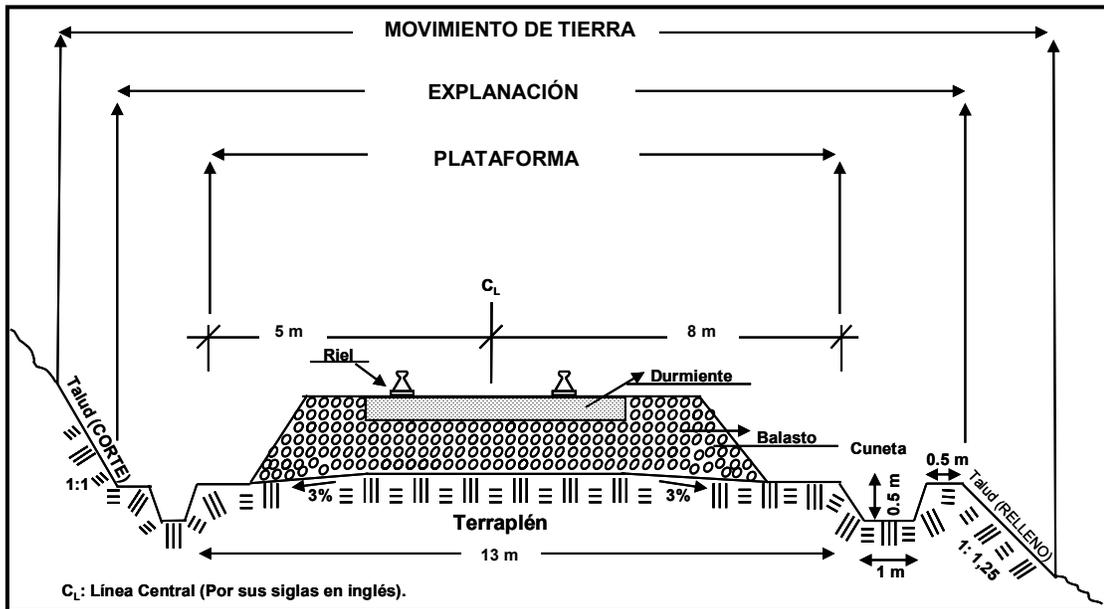


FIGURA 5.2 Sección Transversal Tipo.

### 5.4.3 Selección del Software

Actualmente existen una infinidad de software topográficos y de vialidad, pero ninguno exclusivo para diseños de vías férreas, por lo que se hace necesario la interacción de varios programas con el fin de obtener la mejor evaluación de las variables que intervienen en un diseño de trazados de vías férreas, es decir, valorar la topografía del terreno, los drenajes, la obtención de perfiles longitudinales, secciones transversales, diagramas de masa, entre otras cosas.

Por lo tanto y partiendo de la amplia descripción de cada uno de los siguientes software que se presento en el capítulo IV se realizo comparaciones entre los siguientes software: SDR MAPPING & DESIGN, CARTOMAP, ISTRAM, LAND DEVELOPMENT DESKTOP 2005 Y CIVIL DESIGN, obteniendo el cuadro comparativo que se presenta seguidamente:

**TABLA 5.1** Cuadro comparativo de los Software´s

<b>SOFTWARE CARACTERISTICAS</b>	<b>LDD Y CD</b>	<b>ISTRAM</b>	<b>CARTOMAP</b>	<b>SDR M&amp;D</b>
<b>AÑO</b>	2005	2004	2004	1996
<b>AMBIENTE</b>	Windows XP-Autocad	Windows XP-Autocad	Windows XP-Autocad	Windons 95
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Permite la gestión de proyectos, el tratamiento de puntos topográficos, el diseño de alineaciones, la creación de superficies, obtención y dibujo de perfiles, el cálculo de volúmenes, herramientas de etiquetado y parcelación, hidrología, redes de tuberías.	Se puede proyectar, modificar y generar un vídeo con tu camino construido, incluyendo peraltes, sobre anchos, terrazas y la demarcación vial.	Aborda desde una plataforma unificada los Proyectos, Ejecución y Control de obras de Ingeniería Civil, Topografía, Minería; permitiendo importar datos, obtener salidas gráficas, calcular modelos del terreno y definir un trazado.	Es un programa basado en ordenadores personales de paquetes modulares, que se pueden integrar para disponer de soluciones apropiadas, dando respuestas a algunas necesidades de ingeniería y topografía
<b>MODULOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa Land Development Desktop.</li> <li>2. Civil Design.</li> <li>3. Survey.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cartografía digital.</li> <li>2. Proyecto de obras lineales.</li> <li>3. Modelado de Superficie.</li> <li>4. Fotorrealismo.</li> <li>5. Sistema de información geográfica.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Topografía y curvado.</li> <li>2. Perfiles y cubicaciones.</li> <li>3 Versión integral.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SDRmap.</li> <li>2. SDR calc.</li> <li>3. SDRcontour.</li> <li>4. SDRprofile.</li> <li>5. SDRvolumen.</li> <li>6. SDRdesign.</li> </ol>
<b>QUIEN LO UTILIZA</b>	En ingeniería Civil lo utilizan para la materia "Vías de Comunicación".	Minas españolas.	Muy popular como programa topografico y con bastante tiempo en el mercado.	FMO actualmente posee esta licencia y lo utiliza para sus diseños.

Con la necesidad fundamental de que los componentes gráficos faciliten la adecuación a los trabajos de diseño, logrando rapidez, precisión y exactitud en los proyectos. Se puede observar del cuadro anterior y lo presentado en el capítulo IV, que el SDR Mapping & Design es el programa más antiguo del grupo evaluado, pero por encontrarse en la empresa donde se ejecutó el Trabajo Especial de Grado se realizaron varias pruebas para utilizarlo, concluyendo que es exageradamente lento para ejecutar los comandos, lo que provoca que los diseños no avancen en un tiempo adecuado y todo esto debido a que el programa está desactualizado, no recibe constante mantenimiento, es difícil la importación o exportación de datos, no se puede imprimir directamente desde él sino que hay que exportarlo a AUTOCAD, no posee más actualizaciones, tiende a bloquearse provocando la pérdida de información. Por lo que se abortó la idea de trabajar con el SDR M&D y se procedió a la evaluación de otros programas, como lo fue el CARTOMAP, el cual es un programa que cumplía con las necesidades básicas de proyecto pero para manejarlo era necesario la licencia, lo que inducía el desaprovechamiento del tiempo en espera de los trámites y aprobación de la compra haciendo inviable su utilización. El ISTRAM si bien es un software muy completo y presenta pequeñas variables de ayuda para el diseño de vías férreas lo que no es común en la infinidad de software de diseños de vías que existen actualmente en el mercado, presentaba la misma desventaja del CARTOMAP aunada a que este es un programa mucho más costoso y de difícil obtención de información sobre el mismo. Por lo que se selecciona el Land Development Desktop 2005 y el Civil Design, que unidos son tan o más completo como el ISTRAM y más económico lo que contribuye a que la empresa puede posteriormente adquirirlo al ver los resultados, conjuntamente con que se tenía evidencias de buenos resultados para el diseño de carreteras por ser utilizado en las clases de Ingeniería Civil y en varios proyectos, su adquisición fue muy fácil y a muy bajo costo, contribuyendo a que se pueda evaluar la versatilidad del mismo y posteriormente la compra de la licencia completa con la certeza de que se adapta adecuadamente a las necesidades de la empresa.

#### **5.4.4 Obtención de Planos**

Se obtuvieron todos aquellos planos en donde se concentraba información topográfica, geológica, hidrológica, de vías férreas existentes, poblados y puntos estratégicos del Distrito Ferrífero Piar (yacimientos y Planta de Concentración de Cuarzita); con la finalidad de evaluar las ventajas y desventajas que se presentan dentro del DFP, por ejemplo: constatar que la topografía es bastante accidentada con la concentración de mineral en lo alto de los cerros y amplias sabanas circundantes alrededor de ellos; la geología es similar en todo el DFP y se fundamenta en la columna litológica mostrada en el capítulo II. La hidrología no se tiene informes actualizados de caudales o fisonomía de los cursos de aguas; sin embargo, como río importante por su caudal es tiene el denominado Tocomá y los demás son pequeñas quebradas como Mereicito, Purgatorio, entre otros. La planta de concentración es importante ubicarla debido a que en un futuro inmediato será un punto de confluencia de los trenes que de las minas llevan mineral para la planta y de ella recogen el mineral procesado junto con el que no se necesite procesar para la conformación de los trenes que van a Puerto Ordaz.

#### **5.4.5 Zona de Estudio**

En función de las vías existentes, de las minas en explotación y los yacimientos examinando en los planes a 25 años de FMO contemplado en la etapa de exploración geológica o bien de inicio de la explotación; se tomó como zona de estudio dentro del Distrito Ferrífero Piar el área delimitada por las siguientes coordenadas locales San Isidro N30.000 – N10.000 y E25.500 – E10.500; poligonal que luego de definida fue convertida en Archivo ASCII por medio del programa utilizado por Ferrominera Orinoco para la planificación de sus minas, el MEDSYSTEM (*Sistema de Diseño y Evaluación de Minerales*), información necesaria para la creación de la base de datos de las alternativas de trazados que serán evaluadas con el programa seleccionado.

### 5.4.6 Alternativas de Trazados

En este punto se procedió a la formulación de las alternativas de trazados a lo largo de toda la zona de estudio, tomando en cuenta los accidentes topográficos, drenajes en especial el paso por el río Tocomá, ubicación de los yacimientos, contacto mena-estéril de cada uno de los yacimiento, planificación a largo plazo, línea férrea actual, balance de masa, longitud de los trazados, cantidad de yacimientos beneficiados por las vías, desarrollo de nuevos yacimientos, etc. Para lo cual, se ejecutaron infinidad de alineamiento que se resumen en estos cuatro grupos que se muestran en la Tabla 5.2.

**TABLA 5.2** Cuadro comparativo de alternativas de trazados

<b>TRAZADOS CARACTERÍSTICAS</b>	<b>SAN ISIDRO</b>	<b>SAN JOAQUIN</b>	<b>GRUPO REDONDO</b>	<b>PURGATORIO</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Trazado obligatorio por los requerimientos de la empresa de saber las implicaciones técnicas que implica la construcción de una vía paralela a la existente.	Parte desde el Km 126 de la vía hacia Puerto Ordaz por el mismo trayecto de la vía férrea de San Isidro hasta después del paso sobre el río Tocomá en donde se desprende un ramal con el fin de bordear por la ladera norte del cerro San Joaquín y de ahí seguir con el trazado de la propuesta Grupo Redondo.	Se inicia en la estación de carga de los Barrancos (R2) en dirección casi N-S bordeando por la ladera oeste el Grupo Redondo, conectándose igual que la propuesta de San Joaquín con la línea férrea de Altamira para salir hasta Puerto Ordaz.	Comienza en la terminación de la vía actual de Altamira dirigiéndose hacia el SE con el fin de alcanzar la Fila Pulgatorio por la ladera norte hasta conectarse con el (R2) en la mina Los Barrancos.
<b>YACIMIENTOS QUE SE BENEFICIAN</b>	SAN ISIDRO, LAS PAILAS, LOS BARRANCOS	SAN JOAQUIN, GRUPO REDONDO	LOS BARRANCOS, GRUPO REDONDO	ALTAMIRA, LOS BARRANCOS
<b>CRUCE DEL RIO</b>	SI.	SI.	NO.	SI.
<b>PLANTA DE CONCENTRACIÓN</b>	NO.	SI.	SI.	NO.
<b>LONGITUD</b>	20 km.	40 km.	15 km.	25 km.

Del cuadro anterior se desprende que para el trazado San Isidro es obligatorio la ejecución de todos los cálculos. La alternativa de San Joaquín permite que la vía se desarrolle en zonas relativamente planas (sabana circundante) lo que es favorable, el paso sobre el río Tocomá se podía hacer por el puente que ya existe, el cual necesitar poca modificación, es un trazado que permite el envío de mineral a la planta de concentración, admite el acceso a nuevos yacimientos (Grupo Redondo), pero posee demasiada longitud, además que provocaría la afectación de una zona no alterada por la actividad minera, lo que incide en impactos ambientales y aumenta la complejidad de los trabajos de construcción de la vía férrea; conjuntamente con que el desarrollo proyectado para la mina San Joaquín es de Sur a Norte y habría que construir largas rampas de acarreo del mineral para acceder a los muelles de cargar que se dispongan cerca de la vía principal lo que no es ventajoso para el desarrollo de esta mina; además no contribuye a facilitar el envío del mineral que sale del Cuadrilátero Ferrífero San Isidro hasta Puerto Ordaz siendo éste el mayor contribuidor de mineral. La propuesta de Grupo Redondo se presenta muy viable debido a su poca longitud, acceso a nuevos yacimientos, posibilidad de hacer la conexión entre los dos ramales existentes (tramo San Isidro y Altamira) con el fin de lograr el cierre de un cuadrado que cubre la mayor parte de los yacimiento que se están explotando o están en fase de exploración geológica para años venideros, el trazado no pasa por el río Tocomá y contribuye al acceso a la Planta de Concentración de mineral que se está construyendo. El tramo Purgatorio sería una solución sino se quisiera explotar el Grupo Redondo, no pasa por ningún afluente de agua importante, pero es sumamente complejo el manejo de las pendientes tanto en el trayecto Altamira a Cerro Purgatorio y aun mayor para acceder a cerro Los Barrancos; además no permite desarrollos a futuro. Por todo lo anterior, se analiza que una propuesta alternativa a las vías férreas que ya existen es el tramo Grupo Redondo.

#### **5.4.7 Evaluación de los Trazados**

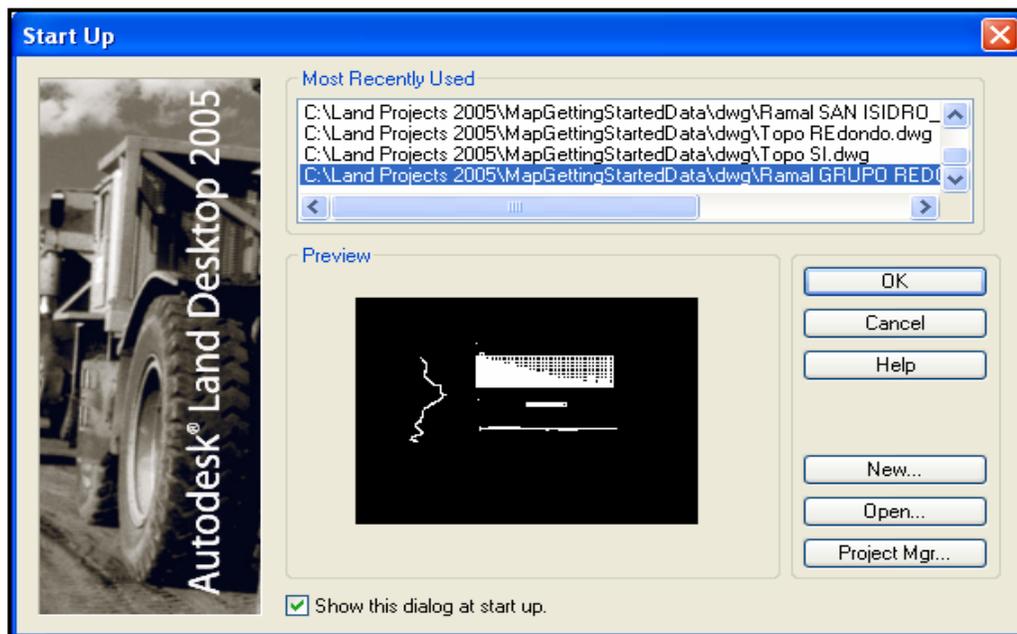
Posterior al planteamiento de alternativas, selección de ellas se procedió a evaluar los trazados con el software que resulto seleccionado Autocad Land

Development Desktop 2005 y Civil Design, mediante el procedimiento que se describen a continuación:

#### 5.4.7.1 Procedimiento de diseño de plataformas ferroviarias

##### ▪ 5.4.7.1.1 Nombre del proyecto

Cuando se ingresa al programa se despliega un cuadro de diálogo, que permite “*ABRIR*” un dibujo existente o “*CREAR*” uno nuevo (fig. 5.3).



Fuente: Autodesk, 2005.

FIGURA 5.3 Pantalla de inicio de Autodesk Land Development Desktop.

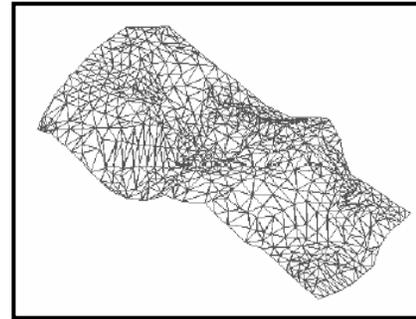
##### ▪ 5.4.7.1.2 Configuración de los parámetros generales del proyecto

El programa solicita, como siguiente paso, configurar los parámetros del dibujo (unidades lineales y angulares, tamaño de letra y de hoja, algunos colores de layers, etc.). Existen dos alternativas para seleccionar estos parámetros: cargar una configuración existente o crear una configuración nueva, para este proyecto se creó una configuración denominada *LÍNEA FÉRREA*, en donde se estableció como unidad lineal el sistema métrico, una apreciación de dos decimales, coordenadas geográficas sin datum debido a que se va a trabajar en coordenadas locales, escala horizontal

1:10.000 y vertical 1:1.000, punto base de inserción del dibujo (0,0,0) y el estilo de texto estándar.

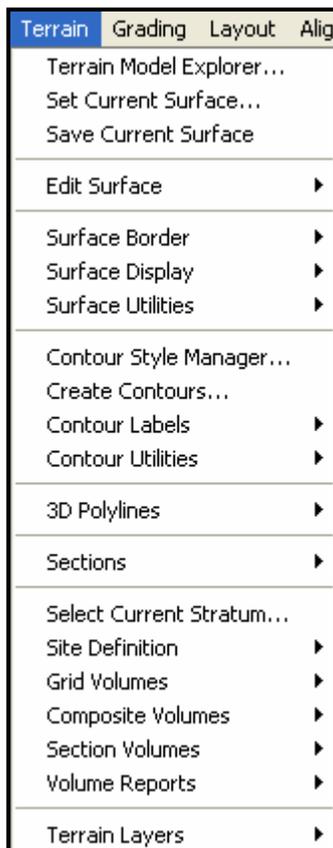
#### ▪ 5.4.7.1.3 Modelamiento del Terreno

El modelo digital de terreno (**Menú Terrain**) que crea Autocad Land Development Desktop 2005 es una malla de triángulos irregulares en tercera dimensión (3D), cuyos vértices representan los puntos topográficos o los vértices de las curvas de nivel digitalizadas (fig. 5.4). Los pasos para lograr el modelamiento se encuentran al hacer click en **Terrain Model Explorer** (Ver fig. 5.5).



Fuente: Autodesk, 2005.

FIGURA 5.4 Malla de triángulos en 3D.

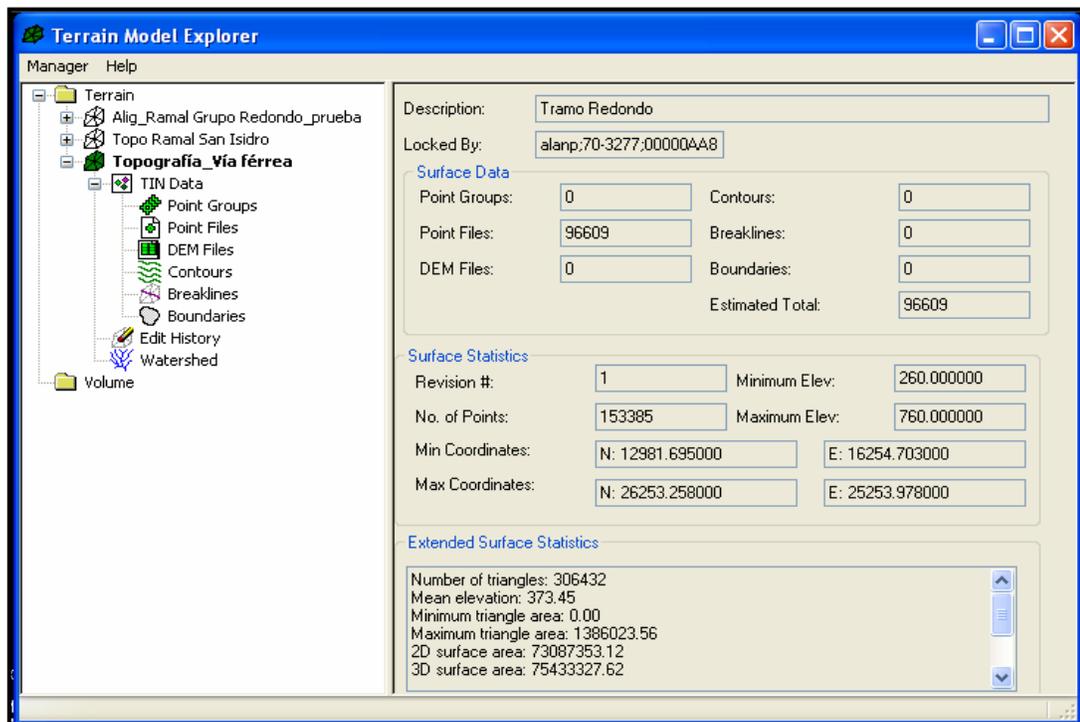


Fuente: Autodesk, 2005. FIGURA 5.5 Menú Terrain.

**a. Cargar la data: Point File-Add Point File** (Ver fig. 5.6), este comando permite seleccionar puntos ubicados en un archivo ASCII externo, por lo cual no se ingresarán jamás a la base de datos, solamente serán utilizados como información topográfica para calcular el modelo de terreno.

**b. Construir la triangulación: Built**, se accede al hacer click derecho sobre el nombre de la superficie, con el fin de crea una malla triangular en tercera dimensión, compuesta por caras independientes entre sí.

**c. Mostrar la triangulación: History-Import 3D line** (fig. 5.6), al seleccionar el comando se muestra automáticamente la triangulación.



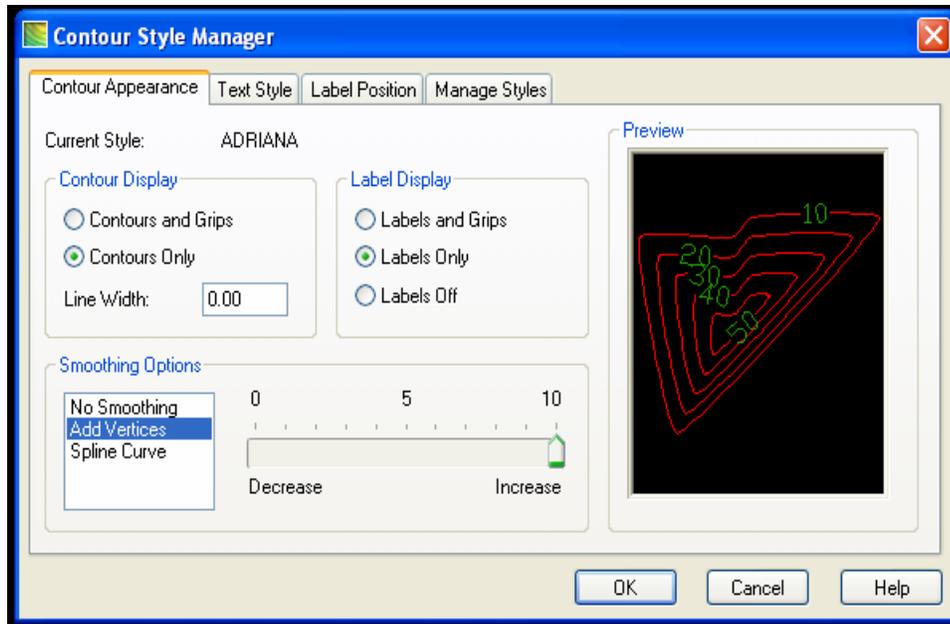
Fuente: Autodesk, 2005.

FIGURA 5.6 Pantalla de Terrain Model Explorer.

*d. Definición de estilos de curvas de nivel:* antes de crear las curvas de nivel, se debe seleccionar un estilo de curva existente o crear uno que cumpla los requerimientos para la ocasión. Para ello existe un administrador de estilos de curvas de nivel, al cual se ingresa con el comando “*Contour Style Manager*”. Al seleccionarlo, se despliega un cuadro de diálogo (fig. 5.7) que contiene cuatro carpetas. En ellas se pueden definir diversas características para las curvas de nivel. La evaluación de las propuestas de trazados bajo los mismos lineamientos, se crea una configuración denominada *ADRIANA.cst* que contiene lo siguiente:

- *Contours Only* seleccionado para que las curvas dibujadas no incluyan vértices.
- *Labels Only* escogido para que las etiquetas de las curvas no incluyan vértices.
- *Add Vértices* encendido para que el programa provoque la mayor suavidad de la curvas.
- *On Contour* para elegir que la curva de nivel sea escrita en la curva.

- *Break Contour For Label* indica que el programa cortará las curvas en los lugares dónde se ubicarán las etiquetas.
- *Make Plan Readable*, al seleccionar esta opción, el programa rota las etiquetas de tal forma que, siempre puedan ser leídas en el plano.
- None para crear etiquetas sin ningún tipo de borde.



Fuente: Autodesk, 2005.

**FIGURA 5.7** Ventana de definición de las curvas de nivel.

*e. Crear y visualizar las curvas de nivel:* **Create Contours**, es el comando a utilizar para crear, visualizar, indicar el espaciamiento de las curvas y la aplicación de los parámetros antes definidos. En esta oportunidad las curvas fueron definidas cada 5 m.

*f. Etiquetar las curvas de nivel:* **Contour Labels**, se optó por el comando de etiquetado “**Group Interior**” con el objeto de inserta las etiquetas en el interior de las curvas para un grupo de curvas a la vez y espaciadas cada 500 m.

De aquí en adelante se utilizarán herramientas pertenecientes al programa *Autodesk Civil Design*, por lo que es necesario hacer click en el **Menú Project**, luego en **Menú Palettes**, escoger **Civil Design** y por ultimo **Load** para cargar el programa.

▪ **5.4.7.1.4 Alineamiento**

*a. Polilínea:* Hacer un polilínea que represente el eje de la vía a través del comando de Autocad llamado **Polyline**.

*b. Definir la polilínea como el alineamiento:* **Define From Polyline** (Ver fig. 5.8), una vez dibujado el eje, se debe definir como alineamiento horizontal. De esa forma queda guardado en una base de datos de alineamientos, dentro del directorio del proyecto.

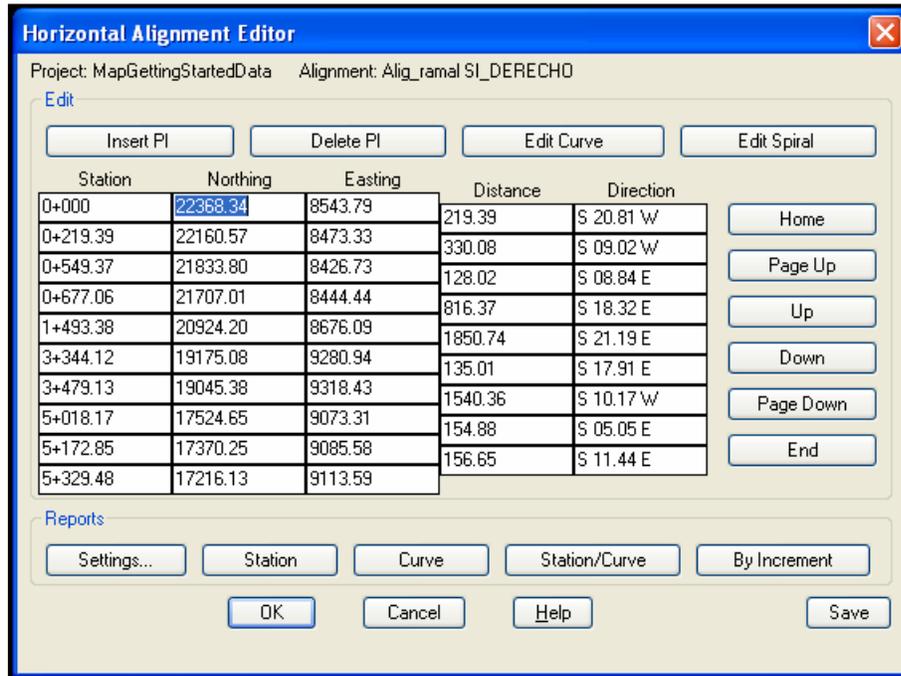


**FIGURA 5.8 Menú Alignments.**

Fuente: Autodesk, 2005.

*c. Definir la forma de presentación de las progresivas:* **Station Display Format**, es el comando a seleccionar para que las progresivas sean llevadas cada 100 m (0+000) y colocadas perpendiculares al alineamiento.

*d. Editar el alineamiento y definir curvas horizontales:* para manejar de forma más adecuada los alineamientos definidos en el proyecto, el programa incluye el comando **Edit**, él cual despliega un cuadro de diálogo denominado *Editor del Alineamiento Horizontal*, haciendo posible modificar las características del alineamiento, variar las curvas y crear informes acerca de él (fig. 5.9).



Fuente: Autodesk, 2005.

**FIGURA 5.9** Pantalla de edición del Alineamiento.

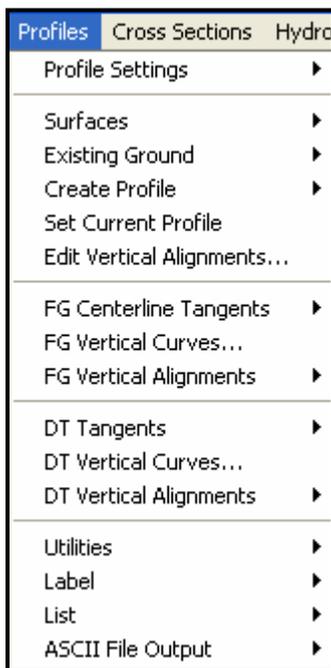
*f. Generación de líneas paralelas al eje: **Create offset***, genera líneas paralelas al eje con la finalidad de establecer el ancho requerido para la plataforma de la vía. La diferencia de esta instrucción con el “*Offset*” de Autocad, es que no necesita seleccionar las entidades gráficas para realizar una copia de ellas. Lo hace tomando en cuenta el alineamiento. Es este caso, se creo un offset a la derecha de 8 m y a la izquierda de 5 m, de acuerdo a la sección tipo que se muestra en el capítulo VI.

*g. Definir la forma de etiquetar el alineamiento: **Station Label-Setting***, es el comando utilizado para seleccionar el espaciamiento de las etiquetas, si se necesita etiqueta es sitios específicos como, la entrada y salida de cada curva, en el inicio y fin del alineamiento.

h. Crear y visualizar las etiquetas del alineamiento: **Create Station Labels**, es necesario solamente hacer click sobre el comando y el inmediatamente genera las etiquetas de acuerdo a los parámetros antes definidos.

▪ **5.4.7.1.5 Perfil longitudinal del eje del alineamiento**

a. Hacer el muestreo por la topografía para crear el perfil: **Existing Ground-Sample From Surface** (fig. 5.10), es una forma de generar las cotas del terreno del perfil, las cuales se obtienen del modelo de terreno.



b. Crear el perfil completo: **Create Profile, Full Profile**, una vez obtenidas las cotas de terreno, se puede dibujar el perfil longitudinal con el comando “*Full Profile*” el cual crea un perfil que incluye un datum, una topografía con sus cotas y una rejilla. Aquí también se debe indica si el perfil se crea de derecha a izquierda o viceversa; los perfiles realizados en este trabajo fueron elaborados muestreando de izquierda a derecha.

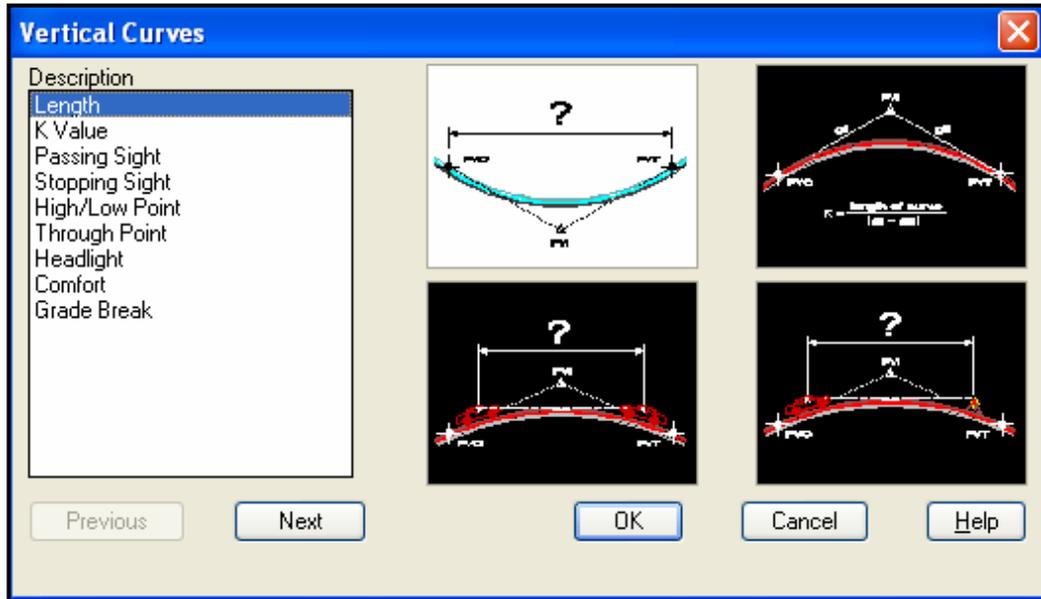
**FIGURA 5.10 Menú Profile.**

Fuente: Autodesk, 2005.

c. Crear la rasante: **FG Certeline Tangents-Creat Tangentes**, el comando permite dibujar los tramos rectos de la rasante, bien sea indicando libremente con el cursor los vértice o escribiendo el kilometraje dónde se desea el siguiente vértice y la cota o la pendiente de ese tramo.

d. Crear las curvas verticales: **FG Vertical Curves**, despliega un cuadro de diálogo (Ver fig. 5.11) que a través de la selección de íconos, permite elegir un método para

crear curvas verticales. Entre otras variedades, se pueden dibujar curvas verticales ingresando su largo horizontal (2T), el parámetro K (radio), por visibilidad de parada o por su longitud como fue el caso de este proyecto.



Fuente: Autodesk, 2005.

FIGURA 5.11 Selección del método de creación de Curvas Verticales.

*e. Definir la rasante como el alineamiento vertical: FG Vertical Alignments- Define FG Certeline*, para definir la rasante como alineamiento vertical, hay que usar dicho comando, el cual asocia la información vertical del camino al alineamiento horizontal. Por lo tanto, no se crea una segunda base de datos; sólo existe una, en la cual los alineamientos tienen información horizontal y vertical.

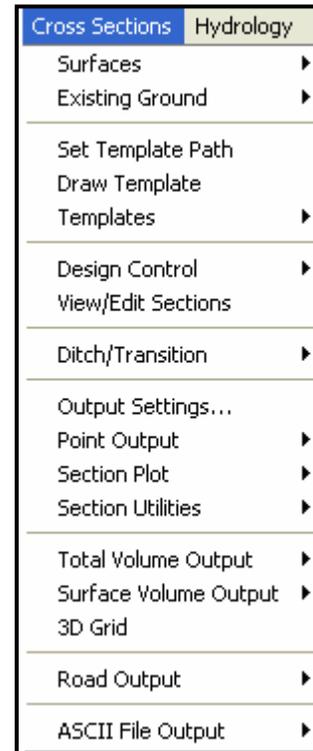
*f. Etiquetar la rasante y las curvas verticales*: los comandos para etiquetar la rasante se encuentran en el menú **“Label”**. A continuación se explicarán las opciones:

- **Set Text Style**: permite definir el tamaño de la letra que se va a usar para las etiquetas.
- **Vertical Curves**: etiqueta las curvas verticales en el principio de la curva vertical (BVC), el extremo de la curva vertical (EVC), la longitud de la curva vertical, la elevación de PVI, la diferencia algebraica, el valor de K.

- **Tangents:** etiqueta los tramos rectos.
- **Spot Elevations:** etiqueta la cota de algún punto específico, que se necesite conocer.

- **5.4.7.1.6 Secciones Transversales**

*a. Hacer el muestreo por la topografía para crear las secciones: Existing Ground-Sample From Surface* (fig. 5.12), al igual que para el perfil, con esta opción, las cotas para generar los perfiles transversales, se obtienen del modelo de terreno. Adicionalmente, aparece un cuadro donde se ingresa el ancho hacia la izquierda y hacia la derecha, que se desea obtener para los perfiles transversales; para el caso del diseño de las plataformas de este proyecto se muestreo a 25 m para cada lado. Además, se puede ingresar el incremento o equidistancia para obtener los perfiles, por lo esto, se definió cada 50 m, incluyendo los kilometrajes de los principios y fines de las curvas circulares y del alineamiento.



Fuente: Autodesk, 2005.

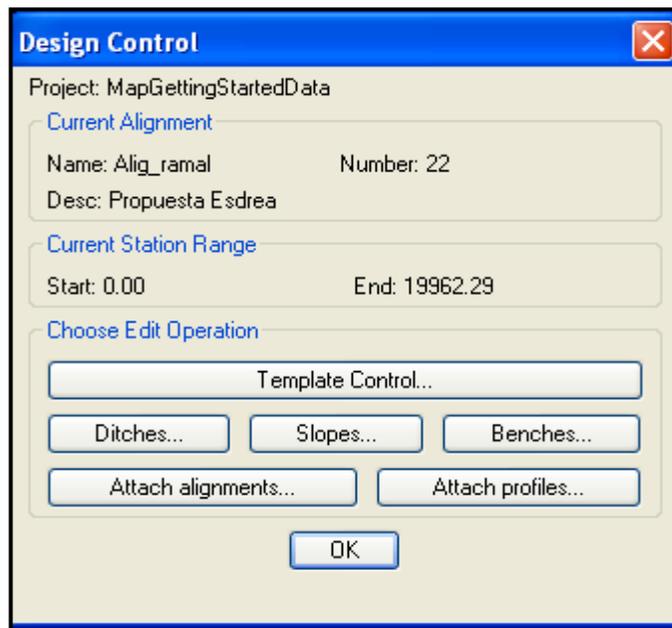
**FIGURA 5.12 Menú Cross Sections.**

*b. Dibujar la sección tipo:* en este paso, se deberá dibujar todas las plantillas tipos, que serán usadas en el camino; después de dibujarlas, se deberán definir, para que queden guardadas en una librería de plantillas. De tal forma, se podrán usar en proyectos futuros.

*c. Dibujar la plantilla tipo: Draw Template,* el comando que se debe usar para dibujar la plantilla con la ayuda de los comandos de Autocad.

*d. Definir la plantilla: **Template-Define Template***, cuando la plantilla está dibujada, se debe definir, con el objeto que quede guardada en la librería de plantillas tipo.

*f. Definir los parámetros de diseño de las secciones transversales: **Design control***, en este paso, se debe definir cuál plantilla tipo se usará y qué talud. Para realizar esta operación, se debe usar el comando “*Edit Design Control*” (fig. 5.13), iniciando con la indicación del kilometraje, entre los cuales será válida la definición que se hará a continuación. Además, en este cuadro, se pueden encontrar varios botones, cada uno permite definir distintas condiciones para el diseño, es decir, el botón **Template Control** es para la selección de *Template* (Plantilla) antes dibujada y definida; en el **Ditches** se define las variables pertinentes a las cunetas, con el botón **Slopes** se puede incorporar las medidas de los taludes tanto de relleno como de corte y en **Benches** condiciones específicas de banqueo. Los botones **Attach Alignments** y **Attach Profile** no son necesarios para este proyecto.



Fuente: Autodesk, 2005.

**FIGURA 5.13** Pantalla Design Control para las secciones transversales.

g. Definir los parámetros para visualizar las secciones: **Section plot-Settings**, se utiliza para definir los parámetros de dibujo para la visualización e impresión de la secciones transversales. Teniendo como opciones, el tipo **Single**: el cual permite dibujar un único perfil transversal a la vez. **Page**: se dibujan una o varias páginas de perfiles transversales y **All**: el cual dibuja todos los perfiles transversales.

#### ▪ 5.4.7.1.7 **Movimiento de Tierra**

**Total Volumen output**, es el comando que posibilita la obtención del informe de cubicación de tres distintas formas. La primera **Volume Table** (Tabla de Volúmenes) la cual es una tabla de cubicación, que se debe insertar al dibujo. La segunda **To Screen**: si se elige esta opción, el programa desplegará el informe de cubicación en la pantalla de texto de Autocad o **To File** con la que el programa creará un archivo ASCII externo, el cuál tendrá como contenido el informe de cubicación. Es de acotar que la cubicación se puede realiza mediante un Cálculo Prismoidal o por el método de la Sección Media (Avgendarea), para este proyecto se escogió el Prismoidal debido a que el calculo de los volúmenes es más exacto que el método de la sección media.

El cálculo prismoidal del método es: La suma total de área del corte (o terraplén) en la primera estación (A1), área del corte (o terraplén) en la segunda estación (A2) más el valor de la raíz cuadrada de  $A1 \cdot A2$ . Divida la suma total por 3, y multiplíquese por la distancia entre las dos secciones.

#### ▪ 5.4.7.1.8 **Diagrama de Masa**

El diagrama de masa es la representación gráfica de la cubicación antes realizada, por lo tanto se puede acceder a ella haciendo click en **Total Volumen output** y luego en **Import Mass Haul** el programa automáticamente lo grafica.

El procedimiento antes descrito fue aplicado para la evaluación del Trazado San Isidro y del Grupo Redondo con el fin de obtener información referente a los alineamientos horizontales, verticales, perfiles longitudinales, secciones transversales, movimiento de tierra y diagrama de masa, con lo que se puede realizar una valoración de todas las variables involucradas en el diseño de líneas férreas.

### **Ramal GRUPO REDONDO (GR)**

Ver Anexo 3.1, el cual muestra el mapa donde se observa la topografía de la zona por donde pasa el trazado del GR; este inicia (0+000) en la cola de la Estación de Carga de la mina Los Barrancos (R2) a cota 640, seguido de un trayecto de 700 m de línea recta en dirección NW para comenzar la primera gran curva que es seguida de un trayecto poco curvo en forma de “S” que se adapta a la topografía para que en el km 2 otra curva permita tomar el rumbo de nuevo en dirección NW. En la progresiva 3+700 se cambia la dirección al NE para bordear por la ladera oeste al Cerro Ricardo hasta los inicios de la sabana de Cerro La Estrella donde el trazado se dirige en dirección N-S hasta el km 14 en el cual el trazado se torna hacia el Oeste con el objeto de alcanzar con la progresiva 15+687 la línea férrea de Altamira y con esta poder dirigirse hasta Puerto Ordaz.

### **Ramal SAN ISIDRO (SI)**

El trazado es una copia del eje de la vía que existe actualmente tomado del plano CVG-FMO de 1988 denominado *Línea férrea construida San Isidro (Planta y Perfil Longitudinal)*, lo que permitió crear líneas paralelas al trazado distanciadas a 5 m para cada lado, logrando que ellas fueron los nuevos alineamientos denominados San Isidro Derecho y San Isidro izquierdo.

Por lo tanto, la línea férrea de San Isidro parte en el norte en el km 126 de la vía principal que va a Puerto Ordaz iniciando con rumbo N-SE hasta el km 3 donde se dirige al SW hasta la progresiva 5500 en donde se dirige al SE hasta el km 9, hasta aquí la topografía es escasa, prácticamente una sabana, pero en este punto se entra en una topografía montañosa, en el km 12 donde se deja de avanzar en dirección n-s

relativamente para dirigirse de Oeste a Este con curvas cóncavas y convexas con respecto al norte hasta alcanzar el fin en el km 19 en el patio de maniobras de la mina San Isidro (Ver Anexo 3.2).

- **Alineamiento Horizontal**

Esta información se presenta reflejada de forma extensa y detalla en los Anexos 1.1 (Grupo Redondo), 1.2 (San Isidro\_Derecho), 1.3 (San Isidro\_Izquierdo) en los cuales se presenta para cada uno de los ramales propuestos todas las características de los trazados como: coordenadas (norte, este), distancia entre puntos, longitud de curvas, dirección de la vía en cada punto, los parámetros que describen a cada uno de los tipos de curvas utilizados (simples, espiral tipo clotoide, tangente asociada al paso de curva a curva). Además, los anexos 4.1, 4.2 y 4.3 muestran la ubicación de cada una de las curvas a lo largo de los trazados en concordancia con los reportes de los alineamientos antes mencionados.

- **Alineamiento Vertical**

La descripción del alineamiento vertical se presenta en la Tabla 5.3 que contiene la progresiva donde se produce el cambio de pendiente de la rasante de la vía, la elevación del punto y la longitud de la curva que se colocó para asegurar un suave cambio de pendiente a lo largo de los trazados. El grupo redondo posee una curva vertical más que el trazado de San Isidro lo cual no reviste mayor importancia, en ambos ramales se empleó curvas de 200 m de longitud cuando la diferencia entre la variación de las pendientes era menor al 1% y para valores mayores se utilizó curvas de 400 m.

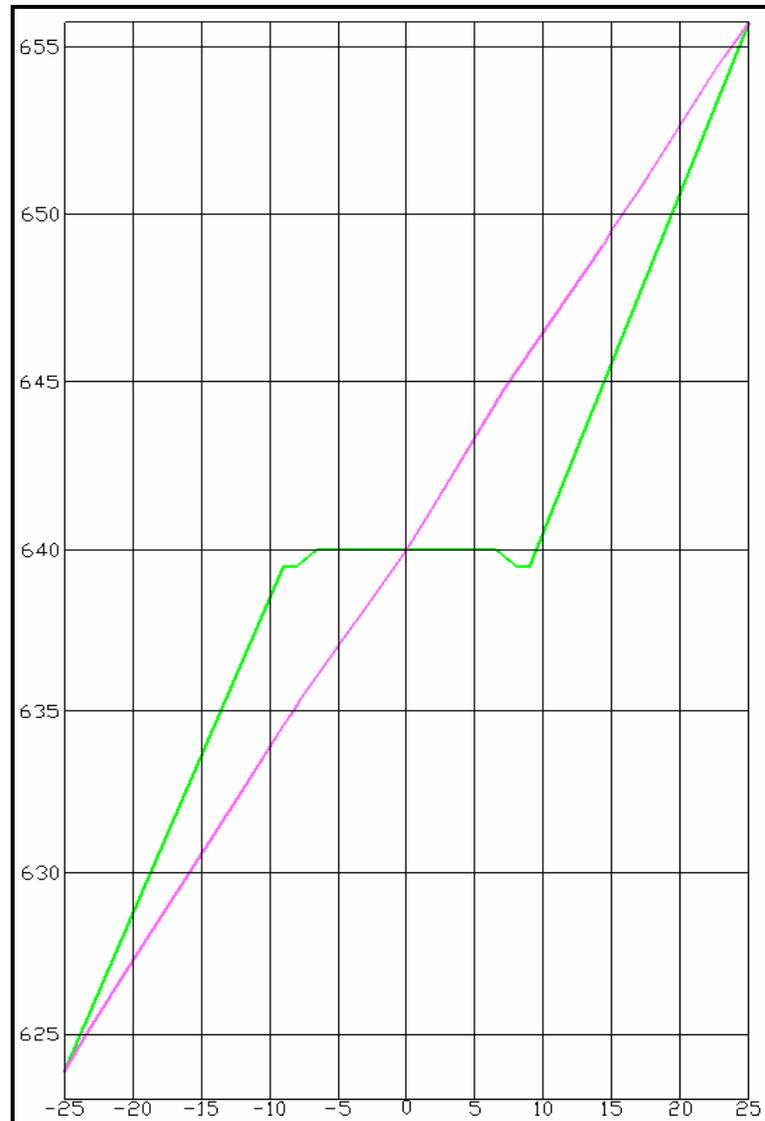
La visión gráfica de el alineamiento vertical se presenta en los anexos 5.1, 5.2 y 5.3 los cuales consisten en planos que contienen el *Perfil Longitudinal* para cada trazado resaltando la rasante del terreno, la rasante de la vía, la ubicación de las curvas verticales, las cotas de terreno y del eje que ayuda a realizar cálculos rápidos de movimiento de tierra, la descripción de cada curva vertical y el valor de la pendiente de cada tramo.

TABLA 5.3 Alineamiento vertical de los trazados

TRAZADOS	ESTACIÓN	ELEVACIÓN (m)	PENDIENTE (%)	LONG. DE LA CURVA VERTICAL (m)
R G R U P O D O	0+000	640,00	-2,00	
	0+500	630,00	-2,95	400
	1+500	600,05	-2,80	200
	4+250	523,50	-3,10	200
	8+000	407,25	-3,00	200
	10+000	347,25	-2,95	200
	10+750	325,13	-0,50	400
	13+500	311,38	-2,99	400
	14+550	279,99	0,00	400
	15+300	279,99	-1,25	400
	<b>15+687,62</b>	<b>274,64</b>		
S A N  I S I D R O	0+000	270,04	1,80	
	1+660	299,92	0,00	400
	2+650	299,92	0,50	200
	4+500	309,17	-0,50	400
	5+400	304,67	-0,78	200
	6+000	300,02	0,00	400
	9+400	300,02	0,70	400
	10+000	304,22	3,00	400
	19+350	584,72	0,30	200
	<b>DERECHO</b>	<b>19+962,39</b>	<b>586,53</b>	
S A N  I S I D R O	0+000	270,02	1,80	
	1+660	299,90	0,00	400
	2+650	299,90	0,50	200
	4+500	309,15	-0,50	400
	5+400	304,65	-0,78	200
	6+000	299,99	0,00	400
	9+400	299,99	0,70	400
	10+000	304,19	3,00	400
	19+350	584,69	0,51	200
	<b>IZQUIERDO</b>	<b>19+931,18</b>	<b>587,63</b>	

▪ **Secciones Transversales**

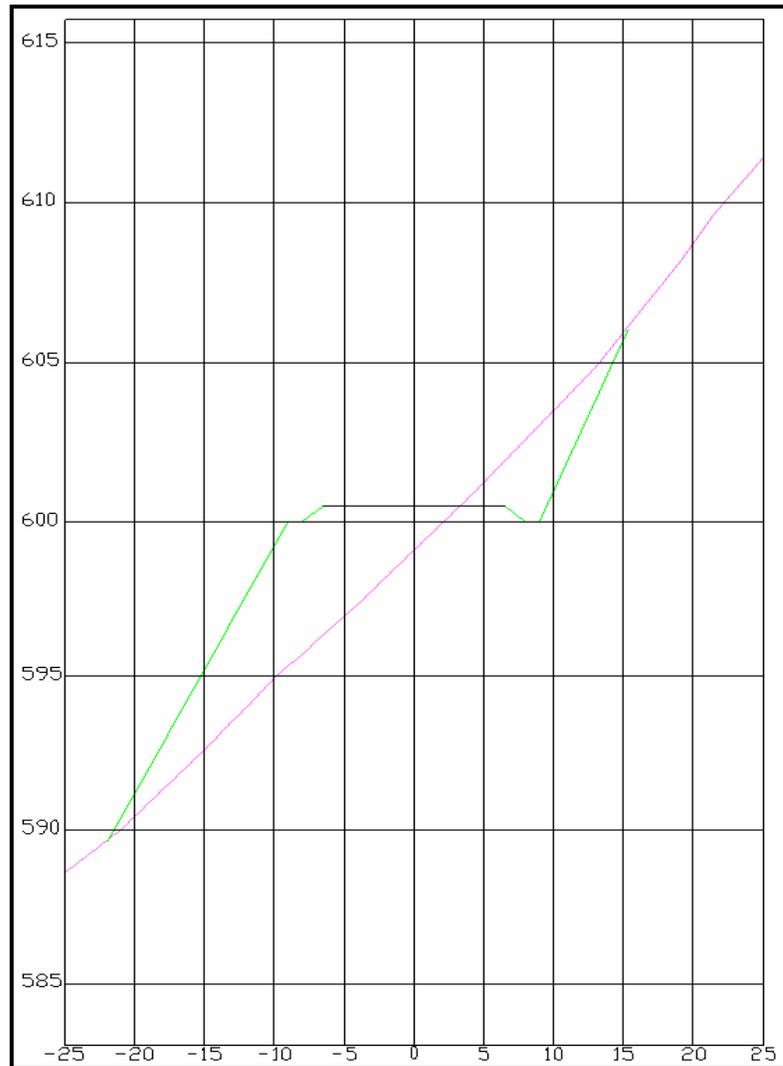
Se obtuvieron secciones transversales cada 50 m y barriendo un área de 25 m a cada lado del eje de la vía para todos los ramales de acuerdo con la sección tipo mostrada al inicio de este capítulo, obteniendo como resultado una gran cantidad de secciones como la que se muestra a continuación:



**FIGURA 5.14 Sección transversal 0+000 del Grupo Redondo**

La figura anterior muestra una línea verde que es la rasante de la vía y la rosada la rasante del terreno, con un eje de coordenadas en donde la abscisa

representa los metros muestrados a partir del eje y en las ordenadas las cotas. En este caso se evidencia es el caso óptimo que se busca al diseñar trazado de vía, dado que aquí se muestra un balance equitativo de corte y relleno; sin embargo, en los trazados se presentaron diversas circunstancias como: solo corte, solo relleno, zonas equilibradas como la anterior y secciones de corte y relleno no proporcionadas como se observa en la fig. 5.13



**FIGURA 5.15 Sección transversal 1+500 de San Isidro \_ Derecho**

#### ▪ **Movimiento de Tierra**

Los movimientos de tierra se presentan en los anexos 2.1 (Grupo Redondo), 2.2 (SI\_D), 2.3 (SI\_I) y contienen el área y el volumen de la sección ambos para corte y relleno, el volumen acumulado y el balance de masa para el punto de inicio y fin de cada alineamiento, conjuntamente con valores determinados cada 50 m a lo largo del trazado, además de las entradas y salidas de cada curva. Estos movimientos de tierra son estudiados a través de diagrama de masa.

#### ▪ **Diagrama de Masa**

El diagrama de masa para el ramal denominado Grupo Redondo se inicia con un exceso de material de corte con el valor más alto en km 4+400 ( $17.900 \text{ m}^3$ ) hasta la progresiva 4+800 donde vuelve a cero por tener la necesidad de utilizar el material de corte para rellenar un pequeño valle que tiene la topografía, de aquí y hasta la progresiva 13+600 se evidencia que la relación de corte y relleno siempre tiende a faltar material para rellenar, pero en los últimos km se vuelve a tener exceso de material de  $68.697 \text{ m}^3$  que han de ser dispuesto en alguna escombrera o botadero.

Para San Isidro\_Derecho se observa que el balance es prácticamente perfecto entre el volumen de corte y relleno hasta el km 2+600 donde comienza a presentar excesivo volumen corte con un valor máximo de  $280.000 \text{ m}^3$  en la progresiva 5+200, a partir de la cual inicia un descenso del corte hasta el km 12+200 en donde se obtiene otra vez el equilibrio por unos pocos metros, de aquí y hasta el km 13+800 se presenta un déficit de material para relleno con un valor máximo  $70.000 \text{ m}^3$  pero que inmediatamente tiende a la línea del cero alcanzándolo en el km 15+700; desde 15+700 al 16+700 se tiene material de corte y hasta 17+500 vuelve a faltar material para obtener otra vez corte hasta la 19+100 y finalizar con un déficit de material de  $309.192 \text{ m}^3$ .

El ramal San Isidro\_Izquierdo hasta el Km 11+400 se comporta exactamente igual que el trazado San Isidro\_Derecho debido a que la topografía es de sabana con pocas irregularidades pero a partir de aquí nunca se vuelve a alcanzar el equilibrio sino que tiene a haber exceso de material hasta el final del trazado con  $481.629 \text{ m}^3$ .

# CAPÍTULO VI

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

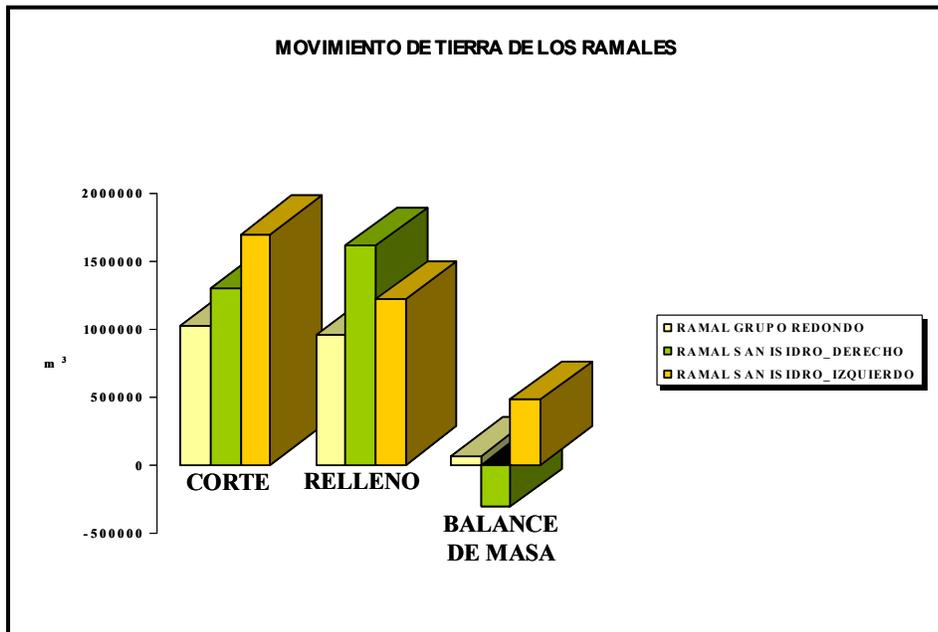
---

En función del objetivo general del presente Trabajo Especial de Grado, se analizan como resultados las tres alternativas de trazados o alineamientos, denominados a) Ramal Grupo Redondo, b) Ramal San Isidro\_Derecho y c) Ramal San Isidro\_Izquierdo, todos localizados en el Distrito Ferrífero Piar entre las coordenadas locales San Isidro N30.000 – N10.000 y E25.500 – E10.500 (Ver Anexo 6).

**TABLA 6.1** Cuadro comparativo de los trazados resultantes

RAMAL	LONGITUD (Km)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )		
		CORTE	RELLENO	BALANCE
<b>GRUPO REDONDO</b>	15687,62	1023172,50	954474,91	68697,59
<b>SAN ISIDRO_DERECHO</b>	19962,29	1302489,84	1611681,99	-309192,15
<b>SAN ISIDRO_IZQUIERDO</b>	19931,18	1700416,23	1218786,42	481629,81

De la tabla anterior se puede evidenciar que el trazado de Grupo Redondo por su longitud y por el balance de masa es la solución más óptima en comparación con los trazados de San Isidro y que el ramal San Isidro\_Izquierdo es el más desventajoso ya que presenta 7 veces la cantidad de material sobrante que el tramo del Grupo Redondo y 1,5 veces más la cantidad faltante de SI\_D a pesar de tener menor longitud que SI\_D. Sin embargo, SI\_D también presenta deficiencias ya que el balance de masa es decisivo a la hora de escoger trazados y a este le falta 4.5 veces lo que le sobra a GR. Por lo tanto, ambos extremos son desfavorables SI\_I por las implicaciones geomecánicas (dimensionamiento, búsqueda del lugar, compactación o conformación, estabilidad de taludes, ect) que están ligadas a la conformación de escombreras o zonas de deposito de material y SI\_D por la necesidad de excavar nuevas zonas para obtener el material faltante.



**FIGURA 6.1 Comparación del Movimiento de Tierra de los ramales**

La figura 6.1 muestra de forma grafica la tabla 6.1 en donde se deja claro que Grupo Redondo es un trazado con una relación de movimiento de tierra adecuada y que el trazado San Isidro no es conveniente por la desproporción de los movimientos de tierra extras que se deben ejecutar, aclarando que el hecho de los extremos opuestos para los casos de San Isidro se debe a que cuando se construyo la que la vía férrea existente se partió como es lo correcto de buscar la menor relación de corte y relleno lo que provoca que estos trazado paralelos se encuentren del lado izquierdo en el talud de relleno y el derecho se pega más al cerro induciendo al corte.

Otro aspecto que hay que resaltar es que el ramal de Grupo Redondo proponer servir a yacimientos que están en fase de exploración y se contempla en los planes de desarrollo de mina a 25 años, que junto con la longitud y el movimiento de tierra lo hacen una solución a los problemas de transporte de mineral por una sola vía, pero que interviene en un área no afectada hasta los momentos.

En cuanto a alineamiento horizontal y vertical ambos están muy parecidos, las pendientes manejadas para Grupo Redondo están entre 0% a - 3.1% y para San Isidro\_ Derecho e izquierdo el rango es un poco mayor entre -0.5% a 3%.

## CONCLUSIONES

---

A pesar de la alta inversión inicial, las vías férreas dentro del proceso minero contribuyen satisfactoriamente al transporte del mineral y a movilizar grandes volúmenes de producción anual. Sin embargo, el diseño de trazados para vías férreas presenta una amplia diversidad de variables que interviene en ello. Por lo cual, es de suma importancia que el diseño de vías ferroviarias se elabore controlando la mayor cantidad de variables posibles y con la visión de que sean flexibles a los cambios de producción, que permitan conexiones con otras vías y ampliaciones, cuando se requiera habilitar nuevos frentes de explotación, que se ajusten a la normativa legal, que cumpla con la planificación de flujo de trenes requeridos para el cumplimiento de las metas de producción, que sea de fácil mantenimiento, que su implantación impacte en lo menor posible al ambiente, que establezca confianza y seguridad en las operaciones de transporte del mineral.

Por lo tanto, en este Trabajo Especial de Grado se ejecutaron diversas opciones agrupadas en cuatro grupos: *San Isidro*, *Grupo Redondo*, *San Joaquín* y *El Purgatorio* de donde se escogió **Grupo Redondo** por su variedad de ventajas y **San Isidro** por ser requerimiento de la empresa. Resultando que de las últimas el Ramal Grupo Redondo es la solución correcta para la creación de un polígono cuadrado de vías férreas alrededor de todo el Distrito Ferrífero Piar, que contribuye a tener una mayor amplitud de alternativas de conformación de trenes en el DFP, al acceso de nuevos frentes de explotación, a la conexión de la Planta de Concentración de Cuarcita no sólo con la vía de Altamira sino con el Cuadrilátero Ferrífero San Isidro y en especial al aseguramiento del transporte de más de 22 millones de toneladas de mineral hacia las plantas de reducción en Puerto Ordaz.

Las vías de San Isidro no presentan viabilidad alguna debido a su desproporcionado movimiento de tierra, a la limitación de acceso de nuevos yacimientos, al hecho de obstaculizar la vía si se quisiera hacer la paralela, aunado a que en un momento de descarrilamiento quedarían inhabilitadas ambas vías.

## RECOMENDACIONES

---

Se recomienda la realización de la actualización de la topografía de la zona con el fin de obtener una base de datos topográficos, que sea la más ajustada a la realidad.

Es necesaria la adquisición de fotografías aéreas actualizadas del DFP motivado a la gran contribución que ellas generan en estudios de fotogeología, geomorfología, presencia de drenajes, los cultivos existentes, el aprovechamiento de la superficie, rasgos erosionales y geoestructurales.

Se sugiere la elaboración de un mapa estructural a detalle de todo el Distrito Ferrífero Piar, en especial por donde pasan las vías férreas, con el propósito de ajustar el alineamiento y así descartar zonas de riesgo potencial que puedan afectar la estabilidad del trazado.

Se aconseja efectuar un estudio geotécnico en la zona con la intención de realizar el tratamiento adecuado al suelo, con el objeto de que la construcción de la plataforma no sufra deformaciones apreciables en el transcurso de su vida útil, y obtener así la resistencia adecuada del terraplén. También, se pueden ejecutar chequeo de la eficiencia de los ángulos de los taludes, la clasificación de los suelos, lo cual, nos da información para decidir la forma de ejecución de los rellenos, el tipo, la compactación y la geometría de los mismos.

Se indica la necesidad de realizar un estudio hidrológico e hidráulico de los cursos de aguas presentes en la zona y así definir de manera precisa dimensiones de las obras de infraestructura concernientes al manejo de aguas, en especial lo concerniente a alcantarillas y puentes.

De conformidad con el Decreto 1.257 de fecha 13 de marzo de 1996, referido a Normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente; se exhorta la ejecución del *Estudio de Impacto Ambiental* pertinente para el ramal Grupo Redondo, con el objeto de predecir o evaluar los efectos de la

implantación de dicha vía férrea sobre el componente ambiental; logrando así la obtención de las medidas preventivas, mitigantes y/o correctivas en pro del ambiente. Además, se recomienda un *Estudio de Evaluación Ambiental Específica*, orientado a la evaluación del componente ambiental en la incorporación del ramal derecho o izquierdo paralelo a la vía existente hacia San Isidro, con el objeto de apreciar los efectos de introducirse una variación del proyecto ya existente.

Es recomendable seguir empleando los programas Land Development Desktop 2005 y Autodesk Civil Design para la Ingeniería de Detalle, el estudio de la Hidrología a través de su menú (Hidrology) y la evaluación de implantación de alcantarillado por medio del Menú (Pipe), aprovechando que las herramientas existen y que el proyecto ya está adelantado, lo que permite integrar completamente todo el proyecto de ingeniería relativo al trazado de la vía férrea a ser desarrollada en FMO.

Todos los estudios antes recomendados deben servir de base para la puesta a punto del estudio de *Ingeniería de Detalle*, del ramal seleccionado por la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Aneba. (2005). **Módulos de Cartomap**. [Artículo en Línea]. Disponible: <http://www.aneba.com> [Consulta: 2004, Febrero 04].
- AREMA. (2000). **Manual For Railway Engineering**. [CD-ROOM]. American Railway Engineering and Maintenance of way Association. Chicago.
- Ascanio, Gustavo. (1976). **Informe Geológico Minero de Cerro Redondo**. Caracas, Venezuela. Pp 1-11.
- Ascanio, T. (1975). **El Complejo de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela**. Trabajo presentado en el X Congreso Geológico Interguayanas, Brasil.
- Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles (ALAF). (1996). **Prescripciones para la seguridad de la vía-trocha 1.435**. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.alaf.int.ar> [Consulta: 2005, Febrero 16]. Comisión de Normalización Subcomisión 1ro. 5 (ALAF 5-026).
- Autodesk. (2005). **Autodesk Land Desktop 2005 Help**. [CD-ROOM]. Modulos: Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil Design, Autodesk Survey.
- Buhodra Ingeniería. (2005). **Software ISTRAM**. [Artículo en Línea]. Disponible: <http://www.ispol.net/espanol/index.html>. [Consulta: 2004, Febrero 04].

- Bucher, W. (1952). **Geologic Structure and Organic history of Venezuela.** Geol. SOC. AM., MEM. 49, 113, p.
- Carciente, J. (1980). **Carreteras, estudio y proyecto.** Segunda edición. Caracas-Vela. Pp 259-274.
- Case, R. (1965). **El Complejo de Imataca, la anfibolita de Panamá y la trondhjemita de Guri; rocas precámbricas del Cuadrilátero de Las Adjuntas - Panamo, Estado Bolívar, Venezuela.** Bol. Geol., Caracas-Vzla, 7(13): 105-215.
- CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (1991). **Estudios de los Yacimientos del DFP.** [Informe Interno]. Gerencia de Minería, Superintendencia de Ing. de Mina, Jefatura de Área de Geología. Cd. Piar, Estado Bolívar.
- CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (1996). **Desarrollo Minero.** [Guía]. Gerencia de Minería, Superintendencia de Ing. de Mina, Jefatura de Área de Planificación y Desarrollo de Minas. Cd. Piar, Estado Bolívar. Pp 4-13.
- CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (1988). **Línea férrea construida San Isidro (Planta y Perfil Longitudinal).** [PLANO]. Escala 1:200. Código: 01-01-16-B8. Hojas: 1 hasta la 20. Dibujado por: Oficina de Dibujo de la Jefatura de Planificación y Desarrollo de Mina de CVG- FMO.
- CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (2001). **Plan de Minas 2001-2025.** [Informe Interno]. Gerencia de Minería, Superintendencia de Ing. de Mina, Jefatura de Área de Planificación y Desarrollo de Mina. Cd. Piar, Estado Bolívar.

- CVG Ferrominera Orinoco C.A. (2004). **Reservas Geológicas de Mineral de Hierro del DFP**. [Informe Interno]. Gerencia de Minería, Superintendencia de Ing. de Mina, Jefatura de Área de Geología. Cd. Piar, Estado Bolívar.
- CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (2005). **Fotos**. [Carpeta interna]. Gerencia de Minería, Superintendencia de Ing. de Mina, Jefatura de Área de Planificación y Desarrollo de Mina. Cd. Piar, Estado Bolívar.
- CVG-Ferrominera Orinoco C.A. (s/f). **Menas y Rocas del Distrito Ferrífero Piar**. [Informe Interno]. Gerencia de Minería, Superintendencia de Ing. de Mina, Jefatura de Área de Geología. Cd. Piar, Edo. Bolívar.
- CVG-TECMIN, Técnica Minera C.A. (1991). **Informe de avance NB-20-2, NC-20-14 (Clima, geología, geomorfología, suelos, vegetación)**. Gerencia de Proyectos Especiales, Proyecto inventario de los recursos naturales de la región Guayana. Tomo I y II. Cd. Bolívar, Estado Bolívar.
- Ferrocarriles Nacionales de México. (1985). **Manual de Vías y Estructuras**. Editado por el Departamento de Vía y Estructura del Instituto de Capacitación Ferrocarrilera de México.
- Gómez, Andrés. (2003). **Procedimiento para diseño de una línea férrea mediante el uso del software SDR Mapping & Design en la Mina Altamira, Ferrominera Orinoco C.A., Cd. Piar, Estado Bolívar**. Trabajo Especial de Grado, no publicado. Departamento de Ingeniería de Minas de la Esc. de Ciencias de la Tierra, Núcleo de Bolívar, Universidad de Oriente.
- González de Juana, Iturrealde de Arozena y X. Picard. (1.980). **Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas**. Caracas, Ed. Foninves, 2 tomos. 1.021 p.

- González, Franklin A. (2003). **Anteproyecto de explotación de Cerro Redondo, Ferrominera Orinoco C.A., Municipio Raúl Leoni, Ciudad Piar, Estado Bolívar.** Trabajo Especial de Grado, no publicado. Departamento de Ingeniería de Minas de la Esc. de Ciencias de la Tierra, Núcleo de Bolívar, Universidad de Oriente, Edo. Bolívar.
- González, José L. (1965). **Anteproyecto de explotación del Cerro La Estrella, Orinoco Mining Company, Cd. Piar, Edo. Bolívar.** Trabajo Especial de Grado, no publicado. Departamento de Ing. de Minas de la Esc. de Ciencias de la Tierra, Núcleo de Bolívar, Universidad de Oriente, Edo. Bolívar.
- Hedberg, H. y A. Pyre. (1944). **Stratigraphy of northeastern Anzoátegui, Venezuela.** Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., 28(1): 1-28.
- Hernández G., Teobaldo J. (2003). **Análisis técnico – económico de sistemas de transporte de Bauxita para la explotación de los bloques 5 al 10 del yacimiento de los Pijiguaos, Edo. Bolívar.** Trabajo Especial de Grado, no publicado. Departamento de Minas, Esc. de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas –Vzla.
- Hurley, Fairbairn, Gaudette, Mendoza, Bellizzia, Espejo. (1977). **Progress report on age dating in the north in Guayana Shield.** Bol. Geol. 1973, Pub. Esp. 7, 4, 3035-3044.
- Jiménez, Moraima. (1978). **Ferrocarriles.** Universidad del Zulia, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Maracaibo, Edo. Zulia. Inédito.
- Kalliokoski, J. (1965). **Geología de la parte norte-central del Escudo de Guayana, Venezuela.** Bol. Geol. Caracas-Vzla. 7(13): 29-104.

- Kraemer, C. et al. (2003). **Ingeniería de Carreteras**. Volumen I. Parte III: Diseño Geométrico. Editorial Mc Graw Hill.
- Michelle Fayet y Jean-Denis Commeignes. (2002). **Cómo elaborar informes profesionales**. Editorial Printed Latinoamericana Ltda. Bogota-Colombia.
- Morrison, R. (1953). **Informe geológico de la zona manganesífera del Cerro Guacuripia**, [Revista de Hidrología y Minas], Venezuela, 4(13): 43-71.
- Navarrete M, Fernando. (1999). **Un programa para los profesionales de la ingeniería civil y topografía, AutoCAD Land Development Desktop 2**. [Página Web en Línea]. [Consulta: 2005, Febrero 02]. Disponible: <http://www.arquitectura.com/cad/artic/nove/landdev.asp>.
- Newhouse y Zuloaga. (1929). **Gold deposits of the Guayana Hig lands, Venezuela**. Economía Geológica, 24(8): 797-810.
- Oliveros Fernando; López Andrés y Megia Manuel. (1977). **Tratado de Ferrocarriles I (Vía)**. Editorial Rueda. Madrid – España. 692 páginas.
- Ortiz, A. (1997). **Sobre la línea del tren**. Revista el Minero, editada trimestralmente por CVG Ferrominera Orinoco C.A., Año 43. N° 4. Pp 8-13.
- PDVSA-INTEVEP. (1997). **Código Geológico de Venezuela - Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela**. [Pagina Web en Línea]. Disponible: [www.pdvs.com/lexico](http://www.pdvs.com/lexico). [Consulta: 2004, Noviembre 10]. Documento patrocinado por Petróleos de Venezuela, S.A.; editado por el Comité Interfilial de Estratigrafía y Nomenclatura (CIEN). Caracas-Vzla.

- Ucar y Borges. (1970). **Análisis de los Posibles Sistemas de Transporte para la Explotación de Mineral de Hierro en el Cerro San Isidro (Edo. Bolívar)**. Trabajo Especial de Grado, no publicado. Departamento de Minas, Esc. de Geología, Minas y Geofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Inédito. Caracas-Vzla.
  
- Universidad Mayor de San Simón. (s/f). **Vías Férreas**. [Guía en Línea]. Vías Férreas de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón, Bolivia. Disponible: <http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/26/1.htm>. [Consulta: 2004, Mayo 25].
  
- SDR Mapping & Design. (1996). **Instructivo de Uso**. Datacom Software Research. Volumen 6.
  
- (S/A). (s/f). **Mineral de Hierro en Latinoamérica–Venezuela**. [Artículo en Línea]. Disponible: [http://www.asimet.cl/hierro\\_venezuela.htm](http://www.asimet.cl/hierro_venezuela.htm). [Consulta: 2004, Noviembre 15].
  
- Togno, Francisco. (1982). **Ferrocarriles**. 2ª Edición. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México.

# APÉNDICES

---

## APÉNDICE A: GLOSARIO

**ASCII:** *American Standard Code for Information Interchange* (Código Estándar Americano para Intercambio de Información). Es un conjunto o código de ocho bits (uno de paridad) establecido por el ANSI para asegurar compatibilidad entre servicios de datos.

**DIAGRAMA DE MASA:** expresa el volumen acumulado neto de corte menos el de relleno en el sentido del perfil longitudinal, contribuyendo así a la planificación y control del movimiento de tierra. Hay que aclarar que el diagrama de masas no es un perfil, debido a que no tiene relación directa con la topografía del terreno. Las ramas ascendentes indican tramos donde predomina el corte y la descendente donde predomina el relleno. Los valores máximos y mínimos de la curva coinciden con los puntos en que el perfil longitudinal pasa de corte a relleno o viceversa. El diagrama de masas toma el valor cero cuando los volúmenes acumulados de corte y relleno son iguales.

**ESTACIONES DE CARGA:** es una variante de los muelles de carga de FMO, debido a la incompatibilidad de las capacidades de la tolva de los camiones con la de los vagones, por lo cual, en estos lugares los camiones descargan el mineral sobre las plataformas en forma de pilas y con un cargador son llenado los vagones.

**MDT, *Modelamiento Digital del Terreno*, por sus siglas en español:** conjunto de puntos cada uno de los cuales definidos por sus tres coordenadas espaciales (x,y,z), que contribuyen a la formación del terreno.

**MUELLES PARA CARGA DIRECTA:** se denomina así a los lugares diseñados para que los camiones descarguen el mineral directamente sobre los vagones, la capacidad de los muelles de FMO es de 35 vagones, maniobradas con locomotoras de 2.000 HP.

**PATIO:** lugar donde suceden operaciones de acarreo, cortes, formación de trenes vacíos o formación de cargados. También se puede definir como un sistema de línea con límite definido, acondicionados para el arreglo de trenes, para movimientos de vagones vacíos y cargados y otros propósitos.

**PERFIL LONGITUDINAL:** es la definición del trazado donde se dibujan en ordenadas tanto el perfil altimétrico del terreno (deducido de la cartografía) como la rasante proyectada. Es habitual utilizar como escala del eje de las abscisas, la representación de la distancia al origen. La escala vertical suele estar aumentada para que se aprecie mejor el relieve, el factor es normalmente de 10. También, se suelen indicar las tangentes de entrada y salida de las curvas verticales, longitudes, inclinaciones o cualquier otro parámetro de relevancia para el proyecto.

**SECCIÓN TIPO:** son las definiciones técnicas y constructivas de la explanación o movimiento de tierra, las cuales incluyen la definición clara y completa de todos sus aspectos; es decir, se deben acotar todas las medidas lineales horizontales (ancho del terraplén, bermas, cunetas, etc.) y verticales (espesores de terraplén, profundidad de las cunetas), así como las pendientes transversales (plataforma, explanada, taludes).

**SECCIONES TRANSVERSALES:** estas definen de una forma discreta (no continua) las explanaciones, permitiendo estudiar otros aspectos complementarios (el drenaje, los sistemas para la contención de los vehículos, las obras de pasos. La separación entre los perfiles deben ser los más próximos posibles en función del detalle del proyecto, por lo general cada 20 a 50 m de separación.

## APÉNDICE B: ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>ABREVIATURAS Y ACRONIMOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
AREMA	Asociación Railway Engineering and Maintenance of way Association
Aso.	Asociación
AUTOCAD	Dibujo Asistido por Computadoras
Bol.	Boletín
C.A	Compañía Anónima
Cd.	Ciudad
CFSI	Cuadrilatero Ferrifero San Isidro
cm	Centímetro
Conf.	Conferencia
Cong.	Congreso
CVG	Corporación Venezolana de Guayana
DFP	Distrito Ferrífero Piar
Dpt.	Departamento
Edo.	Estado
Esc.	Escuela
Fe	Hierro
Fig.	Figura
Fig.	Figura
Geol.	Geología
GPS	Global Positioning System
Has	Hectáreas
Int.	Internacional
km	Kilómetros
LRS	Largos Rieles Soldados
m	Metros
m.a.	Millones de años
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar

## APÉNDICE B: ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	DESCRIPCIÓN
MEM	Ministerio de Energía y Minas
mill ton	Millones de toneladas
mm	Milímetro
Mn	Magnesio
PPR	Perdida por ignición
Public.	Publicación.
Rb/Sr	Rubidio sobre Estroncio
S.A	Sociedad Anónima
SDR M&D	SDR Mapping and Desing
Sidor	Sirúrgica del Orinoco
SiO <sub>2</sub>	Sílice
Soc.	Sociedad
TECMIN	Técnica Minera
Tn	Toneladas
Mt	Toneladas Métricas
U/Pb	Uranio sobre Plomo
(%)	Porcentaje
(<)	Menor
(>)	Mayor
(N 700)	Coordenadas

# ANEXOS

---

## **1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

- 1.1 Ramal Grupo Redondo.
- 1.2 Ramal San Isidro\_Derecho.
- 1.3 Ramal San Isidro\_Izquierdo.

## **2. MOVIMIENTO DE TIERRA**

- 2.1 Ramal Grupo Redondo.
- 2.2 Ramal San Isidro\_Derecho.
- 2.3 Ramal San Isidro\_Izquierdo.

## **3. MAPA TOPOGRAFICO**

- 3.1 Mapa Topográfico del Ramal Grupo Redondo.
- 3.2 Mapa Topográfico del Ramal San Isidro\_Derecho e Izquierdo.

## **4. DISEÑO GEOMETRICO**

- 4.1 Plano del Diseño Geométrico: Ramal Grupo Redondo.
- 4.2 Plano del Diseño Geométrico: Ramal San Isidro\_Derecho.
- 4.3 Plano del Diseño Geométrico: Ramal San Isidro\_Izquierdo.

## **5. PERFIL LONGITUDINAL Y DIAGRAMA DE MASA**

- 5.1 Plano del Perfil Longitudinal y Diagrama de Masa: Ramal Grupo Redondo.
- 5.2 Plano del Perfil Longitudinal y Diagrama de Masa: Ramal SI\_Derecho.
- 5.3 Plano del Perfil Longitudinal y Diagrama de Masa: Ramal SI\_Izquierdo.

## **6. MAPA GENERAL DEL DISTRITO FERRIFERO PIAR.**

## ANEXO 1.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
	PI 0+000,00	14437.82	18719.08	Length: 443.75	Course: N 76 W	
	PI 0+443,75	14601.72	18306.70	Length: 168.45	Course: N 85 W Delta: 10	
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+000,00	14437.82	18719.08	Length: 430.23	Course: N 76 W	
	0+430,23	14596.72	18319.27			
	PC 0+430,23	14596.72	18319.27	Delta: 10	Type: LEFT	
	CC	14429.45	18252.79	Radius: 180.00	DOC: 35	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PT 0+457,23	14604.78	18293.52	Length: 27.00	Tangent: 13.53	
				Mid-Ord: 0.51	External: 0.51	
				Chord: 26.98	Course: N 81 W	
				Es: 0.51		
	PI 0+612,15	14604.78	18142.62	Length: 63.96	Course: N 78 W Delta: 8	
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+457,23	14604.78	18293.52	Length: 143.97	Course: N 85 W	
	0+601,20	14637.36	18153.29			
	PC 0+601,20	14637.36	18153.29	Delta: 8	Type: RIGHT	
	CC	14812.69	18194.02	Radius: 180.00	DOC: 35	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PT 0+623,08	14643.59	18132.33	Length: 21.88	Tangent: 10.95	
				Mid-Ord: 0.33	External: 0.33	
				Chord: 21.86	Course: N 82 W	
				Es: 0.33		
	PI 0+676,08	14661.75	18082.54	Length: 52.04	Course: N 32 W Delta: 46	
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+623,08	14643.59	18132.33	Length: 3.38	Course: N 78 W	
	0+626,46	14644.75	18129.16			
	PC 0+626,46	14644.75	18129.16	Delta: 46	Type: RIGHT	
	CC	14767.81	18174.05	Radius: 131.00	DOC: 49	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PT 0+721,33	14705.38	18058.89	Length: 94.87	Tangent: 49.62	
				Mid-Ord: 8.50	External: 9.08	
				Chord: 92.81	Course: N 55 W	
				Es: 9.08		
	PI 0+723,74	14707.50	18057.74	Length: 67.79	Course: N 09 E Delta: 41	
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+721,33	14705.38	18058.89	Length: 2.41	Course: N 32 W	
	0+723,74	14707.50	18057.74			
	PI 0+791,53	14774.62	18067.25	Length: 271.76	Course: N 14 E Delta: 5	
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+723,74	14707.50	18057.74	Length: 61.37	Course: N 09 E	
	0+785,11	14768.26	18066.35			
	PC 0+785,11	14768.26	18066.35	Delta: 5	Type: RIGHT	
	CC	14742.99	18244.57	Radius: 180.00	DOC: 35	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PT 0+797,95	14780.90	18068.61	Length: 12.85	Tangent: 6.43	
				Mid-Ord: 0.11	External: 0.11	
				Chord: 12.84	Course: N 11 E	
				Es: 0.11		
	PI 1+063,28	15040.28	18124.48	Length: 92.72	Course: N 96 E Delta: 82	
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+797,95	14780.90	18068.61	Length: 173.09	Course: N 14 E	
	0+971,04	14950.11	18105.06			
	PC 0+971,04	14950.11	18105.06	Delta: 82	Type: RIGHT	
	CC	14924.42	18224.32	Radius: 122.00	DOC: 52	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PT 1+129,00	15046.17	18216.53	Length: 157.95	Tangent: 92.24	
				Mid-Ord: 24.68	External: 30.94	
				Chord: 147.15	Course: N 55 E	
				Es: 30.94		
	PI 1+129,48	15046.20	18217.01	Length: 106.05	Course: N 79 E Delta: 17	
<b>CURVA TANGENTE</b>	1+129,00	15046.17	18216.53	Length: 0.48	Course: N 96 E	
	1+129,48	15046.20	18217.01			
	PI 1+235,52	15080.13	18317.48	Length: 136.54	Course: N 69 E Delta: 11	
<b>CURVA TANGENTE</b>	1+129,48	15046.20	18217.01	Length: 75.81	Course: N 79 E	
	1+205,29	15070.46	18288.83			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS 1+205,29	15070.46	18288.83	Length:	30.00	L Tan: 20.01
	SPI	15076.86	18307.79	Radius:	180.00	S Tan: 10.01
	SC 1+235,29	15080.84	18316.97	Theta:	5	P: 0.21
				X:	29.98	K: 15.00
			Y:	0.83	A: 73.48	
			Chord:	29.99	Course: N 77 E	
			Ts:	30.24		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC 1+235,29	15080.84	18316.97	Delta:	0	Type: LEFT
	CC	15245.99	18245.38	Radius:	180.00	DOC: 35
	SC 1+235,66	15080.99	18317.32	Length:	0.38	Tangent: 0.19
				Mid-Ord:	0.00	External: 0.00
			Chord:	0.38	Course: N 74 E	
			Es:	0.85		
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	SC 1+235,66	15080.99	18317.32	Length:	30.00	L Tan: 20.01
	SPI	15084.99	18326.49	Radius:	180.00	S Tan: 10.01
	PC 1+265,66	15094.48	18344.10	Theta:	5	P: 0.21
				X:	29.98	K: 15.00
			Y:	0.83	A: 73.48	
			Chord:	29.99	Course: N 70 E	
			Ts:	30.24		
CURVA TANGENTE	PI 1+371,97	15144.93	18437.67	Length:	163.02	Course: N 91 E Delta: 22
	1+265,66	15094.48	18344.10	Length:	40.69	Course: N 69 E
	1+306,35	15113.79	18379.91			
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS 1+306,35	15113.79	18379.91	Length:	70.00	L Tan: 46.76
	SPI	15135.99	18421.07	Radius:	180.00	S Tan: 23.42
	SC 1+376,35	15142.91	18443.44	Theta:	12	P: 1.13
				X:	69.74	K: 34.96
			Y:	4.52	A: 112.25	
			Chord:	69.88	Course: N 73 E	
			Ts:	65.62		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC 1+376,35	15142.91	18443.44	Delta:	1	Type: RIGHT
	CC	14970.95	18496.64	Radius:	180.00	DOC: 35
	SC 1+379,82	15143.90	18446.76	Length:	3.46	Tangent: 1.73
				Mid-Ord:	0.01	External: 0.01
			Chord:	3.46	Course: N 82 E	
			Es:	3.71		
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	SC 1+379,82	15143.90	18446.76	Length:	50.00	L Tan: 33.37
	SPI	15148.53	18462.81	Radius:	180.00	S Tan: 16.70
	PC 1+429,82	15153.24	18495.84	Theta:	9	P: 0.58
				X:	49.90	K: 24.98
			Y:	2.31	A: 94.87	
			Chord:	49.96	Course: N 88 E	
			Ts:	58.76		
CURVA TANGENTE	PI 1+534,08	15167.99	18599.05	Length:	240.84	Course: N 67 E Delta: 24
	1+429,82	15153.24	18495.84	Length:	36.15	Course: N 91 E
	1+465,97	15158.36	18531.63			
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS 1+465,97	15158.36	18531.63	Length:	70.00	L Tan: 46.76
	SPI	15164.97	18577.92	Radius:	180.00	S Tan: 23.42
	SC 1+535,97	15172.70	18600.02	Theta:	12	P: 1.13
				X:	69.74	K: 34.96
			Y:	4.52	A: 112.25	
			Chord:	69.88	Course: N 87 E	
			Ts:	68.11		

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC 1+535,97	15172.70	18600.02	Delta:	1	Type: LEFT
	CC	15342.61	18540.61	Radius:	180.00	DOC: 35
	SC 1+537,73	15173.29	18601.69	Length:	1.77	Tangent: 0.88
				Mid-Ord:	0.00	External: 0.00
				Chord:	1.77	Course: N 78 E
				Es:	4.14	
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	SC 1+537,73	15173.29	18601.69	Length:	60.00	L Tan: 40.06
	SPI	15180.10	18620.55	Radius:	180.00	S Tan: 20.05
	PC 1+597,73	15199.75	18655.45	Theta:	11	P: 0.83
			X:	59.83	K: 29.97	
			Y:	3.33	A: 103.92	
			Chord:	59.93	Course: N 71 E	
			Ts:	64.73		
CURVA TANGENTE	PI 1+773,84	15286.16	18808.91	Length:	292.64	Course: N 82 E Delta: 15
	1+597,73	15199.75	18655.45	Length:	155.51	Course: N 67 E
	1+753,25	15276.05	18790.96			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 1+753,25	15276.05	18790.96	Delta:	15	Type: RIGHT
	CC	15119.21	18879.28	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 1+794,26	15291.95	18828.67	Length:	41.01	Tangent: 20.59
			Mid-Ord:	1.17	External: 1.17	
			Chord:	40.92	Course: N 75 E	
			Es:	1.17		
CURVA TANGENTE	PI 2+066,30	15368.44	19089.74	Length:	126.93	Course: N 70 E Delta: 12
	1+794,26	15291.95	18828.67	Length:	239.61	Course: N 82 E
	2+033,86	15359.32	19058.61			
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS 2+033,86	15359.32	19058.61	Length:	30.00	L Tan: 20.01
	SPI	15364.94	19077.81	Radius:	180.00	S Tan: 10.01
	SC 2+063,86	15368.55	19087.14	Theta:	5	P: 0.21
			X:	29.98	K: 15.00	
			Y:	0.83	A: 73.48	
			Chord:	29.99	Course: N 80 E	
			Ts:	32.44		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC 2+063,86	15368.55	19087.14	Delta:	2	Type: LEFT
	CC	15536.47	19022.33	Radius:	180.00	DOC: 35
	SC 2+068,60	15370.31	19091.54	Length:	4.74	Tangent: 2.37
			Mid-Ord:	0.02	External: 0.02	
			Chord:	4.74	Course: N 76 E	
			Es:	1.05		
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	SC 2+068,60	15370.31	19091.54	Length:	30.00	L Tan: 20.01
	SPI	15374.16	19100.78	Radius:	180.00	S Tan: 10.01
	PC 2+098,60	15383.36	19118.54	Theta:	5	P: 0.21
			X:	29.98	K: 15.00	
			Y:	0.83	A: 73.48	
			Chord:	29.99	Course: N 71 E	
			Ts:	32.44		
CURVA TANGENTE	PI 2+193,09	15426.83	19202.44	Length:	152.33	Course: N 44 E Delta: 25
	2+098,60	15383.36	19118.54	Length:	58.00	Course: N 70 E
	2+156,60	15410.04	19170.04			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 2+156,60	15410.04	19170.04	Delta:	25	Type: LEFT
	CC	15569.87	19087.24	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 2+228,60	15454.90	19225.74	Length:	72.00	Tangent: 36.49
				Mid-Ord:	3.59	External: 3.66
				Chord:	71.52	Course: N 57 E
				Es:	3.66	
CURVA TANGENTE	PI 2+344,44	15544.04	19299.73	Length:	112.12	Course: N 20 E Delta: 24
	2+228,60	15454.90	19225.74	Length:	81.09	Course: N 44 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 2+309,68	15517.29	19277.53	Delta:	24	Type: LEFT
	CC	15632.26	19139.03	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 2+378,36	15577.13	19310.38	Length:	68.68	Tangent: 34.76
				Mid-Ord:	3.27	External: 3.33
				Chord:	68.26	Course: N 32 E
				Es:	3.33	
CURVA TANGENTE	PI 2+455,72	15650.77	19334.07	Length:	103.20	Course: N 05 W Delta: 25
	2+378,36	15577.13	19310.38	Length:	42.25	Course: N 20 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 2+420,61	15617.35	19323.32	Delta:	25	Type: LEFT
	CC	15672.48	19151.97	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 2+489,96	15685.79	19331.48	Length:	69.35	Tangent: 35.11
				Mid-Ord:	3.33	External: 3.39
				Chord:	68.92	Course: N 08 E
				Es:	3.39	
CURVA TANGENTE	PI 2+558,05	15753.69	19326.44	Length:	141.09	Course: N 34 W Delta: 29
	2+489,96	15685.79	19331.48	Length:	26.15	Course: N 05 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 2+516,10	15711.86	19329.54	Delta:	29	Type: LEFT
	CC	15698.55	19150.04	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 2+598,52	15789.84	19305.17	Length:	82.42	Tangent: 41.94
				Mid-Ord:	4.70	External: 4.82
				Chord:	81.70	Course: N 19 W
				Es:	4.82	
CURVA TANGENTE	PI 2+697,66	15875.29	19254.89	Length:	89.09	Course: N 53 W Delta: 19
	2+598,52	15789.84	19305.17	Length:	71.99	Course: N 34 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 2+670,51	15851.88	19268.66	Delta:	19	Type: LEFT
	CC	15760.60	19113.53	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 2+724,41	15893.58	19234.83	Length:	53.90	Tangent: 27.15
				Mid-Ord:	2.01	External: 2.04
				Chord:	53.70	Course: N 43 W
				Es:	2.04	
CURVA TANGENTE	PI 2+786,34	15935.32	19189.07	Length:	93.95	Course: N 67 W Delta: 14
	2+724,41	15893.58	19234.83	Length:	42.66	Course: N 53 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 2+767,07	15922.34	19203.31	Delta:	14	Type: LEFT
	CC	15789.35	19082.01	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 2+805,47	15945.00	19172.41	Length:	38.39	Tangent: 19.27
				Mid-Ord:	1.02	External: 1.03
				Chord:	38.32	Course: N 60 W
				Es:	1.03	

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	PI	2+880,14	15982.51	19107.84	Length: 604.74	Course: N 55 W	Delta: 12
		2+805,47	15945.00	19172.41	Length: 57.95	Course: N 67 W	
		2+863,42	15974.11	19122.30			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	2+863,42	15974.11	19122.30	Delta: 12	Type: RIGHT	
	CC		16129.76	19212.70	Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT	2+896,77	15993.42	19095.17	Length: 33.35	Tangent: 16.72	
					Mid-Ord: 0.77	External: 0.78	
				Chord: 33.30	Course: N 61 W		
				Es: 0.78			
CURVA TANGENTE	PI	3+484,79	16377.37	18649.80	Length: 94.42	Course: N 53 W	Delta: 2
		2+896,77	15993.42	19095.17	Length: 585.65	Course: N 55 W	
		3+482,42	16375.82	18651.59			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	3+482,42	16375.82	18651.59	Delta: 2	Type: RIGHT	
	CC		16512.15	18769.12	Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT	3+487,16	16378.96	18648.05	Length: 4.74	Tangent: 2.37	
					Mid-Ord: 0.02	External: 0.02	
				Chord: 4.74	Course: N 54 W		
				Es: 0.02			
CURVA TANGENTE	PI	3+579,21	16440.88	18579.93	Length: 84.83	Course: N 29 W	Delta: 24
		3+487,16	16378.96	18648.05	Length: 34.00	Course: N 53 W	
		3+521,15	16401.83	18622.89			
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS	3+521,15	16401.83	18622.89	Length: 50.00	L Tan: 33.37	
	SPI		16424.27	18598.20	Radius: 180.00	S Tan: 16.70	
	SC	3+571,15	16437.11	18587.52	Theta: 9	P: 0.58	
					X: 49.90	K: 24.98	
					Y: 2.31	A: 94.87	
				Chord: 49.96	Course: N 50 W		
				Ts: 58.06			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC	3+571,15	16437.11	18587.52	Delta: 15	Type: RIGHT	
	CC		16552.25	18725.87	Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT	3+614,38	16473.32	18564.10	Length: 43.22	Tangent: 21.72	
					Mid-Ord: 1.30	External: 1.31	
				Chord: 43.12	Course: N 37 W		
				Es: 3.58			
CURVA TANGENTE	PI	3+663,12	16517.12	18542.73	Length: 79.10	Course: N 01 E	Delta: 30
		3+614,38	16473.32	18564.10	Length: 6.02	Course: N 29 W	
		3+620,40	16478.73	18561.46			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	3+620,40	16478.73	18561.46	Delta: 30	Type: RIGHT	
	CC		16557.66	18723.23	Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT	3+704,29	16559.84	18543.24	Length: 83.89	Tangent: 42.72	
					Mid-Ord: 4.86	External: 5.00	
				Chord: 83.13	Course: N 14 W		
				Es: 5.00			
CURVA TANGENTE	PI	3+740,67	16596.21	18543.68	Length: 80.28	Course: N 33 E	Delta: 32
		3+704,29	16559.84	18543.24	Length: 0.90	Course: N 01 E	
		3+705,18	16560.73	18543.25			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	3+705,18	16560.73	18543.25	Delta: 32	Type: RIGHT	
	CC		16559.09	18679.24	Radius: 136.00	DOC: 47	
	PT	3+774,60	16626.96	18561.39	Length: 69.42	Tangent: 35.48	
					Mid-Ord: 4.41	External: 4.55	
				Chord: 68.67	Course: N 17 E		
				Es: 4.55			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	PI	3+819,40	16665.78	18583.75	Length:	157.37	Course: N 46 E Delta: 12
		3+774,60	16626.96	18561.39	Length:	12.38	Course: N 33 E
		3+786,99	16637.69	18567.57			
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS	3+786,99	16637.69	18567.57	Length:	30.00	L Tan: 20.01
	SPI		16655.03	18577.56	Radius:	180.00	S Tan: 10.01
	SC	3+816,99	16663.26	18583.25	Theta:	5	P: 0.21
					X:	29.98	K: 15.00
					Y:	0.83	A: 73.48
CURVA CIRCULAR SIMPLE					Chord:	29.99	Course: N 35 E
					Ts:	32.41	
	SC	3+816,99	16663.26	18583.25	Delta:	2	Type: RIGHT
	CC		16560.75	18731.22	Radius:	180.00	DOC: 35
	SC	3+821,67	16667.07	18585.97	Length:	4.68	Tangent: 2.34
					Mid-Ord:	0.02	External: 0.02
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE					Chord:	4.68	Course: N 39 E
					Es:	1.05	
	SC	3+821,67	16667.07	18585.97	Length:	30.00	L Tan: 20.01
	SPI		16675.14	18591.88	Radius:	180.00	S Tan: 10.01
	PC	3+851,67	16690.25	18605.00	Theta:	5	P: 0.21
					X:	29.98	K: 15.00
CURVA TANGENTE					Y:	0.83	A: 73.48
					Chord:	29.99	Course: N 44 E
					Ts:	32.41	
CURVA TANGENTE	PI	3+976,62	16784.59	18686.94	Length:	169.54	Course: N 33 E Delta: 12
		3+851,67	16690.25	18605.00	Length:	107.74	Course: N 46 E
		3+959,41	16771.59	18675.65			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	3+959,41	16771.59	18675.65	Delta:	12	Type: LEFT
	CC		16889.63	18539.76	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT	3+993,74	16799.49	18695.56	Length:	34.33	Tangent: 17.22
					Mid-Ord:	0.82	External: 0.82
CURVA TANGENTE					Chord:	34.28	Course: N 39 E
					Es:	0.82	
	PI	4+146,06	16931.34	18771.84	Length:	126.85	Course: N 62 E Delta: 29
		3+993,74	16799.49	18695.56	Length:	110.91	Course: N 33 E
		4+104,65	16895.50	18751.10			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	4+104,65	16895.50	18751.10	Delta:	29	Type: RIGHT
	CC		16805.37	18906.91	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT	4+186,05	16954.52	18806.15	Length:	81.40	Tangent: 41.41
					Mid-Ord:	4.58	External: 4.70
CURVA TANGENTE					Chord:	80.71	Course: N 48 E
					Es:	4.70	
	PI	4+271,50	17002.35	18876.95	Length:	278.70	Course: N 65 E Delta: 3
CURVA TANGENTE		4+186,05	16954.52	18806.15	Length:	85.44	Course: N 62 E
		4+271,50	17002.35	18876.95			
	PI	4+550,19	17148.15	19114.46	Length:	86.38	Course: N 47 E Delta: 18
CURVA TANGENTE		4+271,50	17002.35	18876.95	Length:	229.49	Course: N 65 E
		4+500,98	17122.41	19072.53			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS 4+500,98	17122.41	19072.53	Length:	50.00	L Tan: 33.37
	SPI	17139.87	19100.96	Radius:	180.00	S Tan: 16.70
	SC 4+550,98	17150.49	19113.85	Theta:	9	P: 0.58
				X:	49.90	K: 24.98
				Y:	2.31	A: 94.87
			Chord:	49.96	Course: N 62 E	
			Ts:	49.21		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC 4+550,98	17150.49	19113.85	Delta:	4	Type: LEFT
	CC	17289.38	18999.35	Radius:	180.00	DOC: 35
	SC 4+561,60	17157.48	19121.84	Length:	10.62	Tangent: 5.31
				Mid-Ord:	0.08	External: 0.08
			Chord:	10.62	Course: N 54 E	
			Es:	2.20		
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	SC 4+561,60	17157.48	19121.84	Length:	30.00	L Tan: 20.01
	SPI	17164.29	19129.17	Radius:	180.00	S Tan: 10.01
	PC 4+591,60	17179.08	19142.64	Theta:	5	P: 0.21
				X:	29.98	K: 15.00
				Y:	0.83	A: 73.48
			Chord:	29.99	Course: N 49 E	
			Ts:	41.84		
CURVA TANGENTE	PI 4+636,15	17212.00	19172.65	Length:	226.86	Course: N 17 E Delta: 30
	4+591,60	17179.08	19142.64	Length:	1.40	Course: N 47 E
	4+593,00	17180.11	19143.59			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 4+593,00	17180.11	19143.59	Delta:	30	Type: LEFT
	CC	17301.36	19010.55	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 4+677,70	17253.60	19184.10	Length:	84.69	Tangent: 43.14
				Mid-Ord:	4.96	External: 5.10
			Chord:	83.91	Course: N 32 E	
			Es:	5.10		
CURVA TANGENTE	PI 4+861,41	17430.73	19232.84	Length:	602.77	Course: N 16 E Delta: 1
	4+677,70	17253.60	19184.10	Length:	183.72	Course: N 17 E
	4+861,41	17430.73	19232.84			
CURVA TANGENTE	PI 5+464,18	18014.63	19382.51	Length:	203.40	Course: N 03 E Delta: 13
	4+861,41	17430.73	19232.84	Length:	583.95	Course: N 16 E
	5+445,36	17996.40	19377.83			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 5+445,36	17996.40	19377.83	Delta:	13	Type: LEFT
	CC	18041.09	19203.47	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 5+482,86	18033.43	19383.31	Length:	37.50	Tangent: 18.82
				Mid-Ord:	0.98	External: 0.98
			Chord:	37.43	Course: N 09 E	
			Es:	0.98		
CURVA TANGENTE	PI 5+667,45	18217.85	19391.16	Length:	348.85	Course: N 35 E Delta: 32
	5+482,86	18033.43	19383.31	Length:	138.02	Course: N 03 E
	5+620,88	18171.32	19389.18			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 5+620,88	18171.32	19389.18	Delta:	32	Type: RIGHT
	CC	18163.66	19569.02	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 5+712,02	18257.57	19415.46	Length:	91.13	Tangent: 46.57
				Mid-Ord:	5.74	External: 5.93
			Chord:	90.16	Course: N 19 E	
			Es:	5.93		

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA TANGENTE	PI 6+014,30	18515.46	19573.17	Length: 109.28	Course: N 30 E	Delta: 5
	5+712,02	18257.57	19415.46	Length: 302.29	Course: N 35 E	
CURVA TANGENTE	PI 6+014,30	18515.46	19573.17			
	6+123,58	18612.75	19622.94	Length: 585.72	Course: N 64 E	Delta: 34
CURVA TANGENTE	6+014,30	18515.46	19573.17	Length: 60.55	Course: N 30 E	
	6+074,85	18569.36	19600.74			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 6+074,85	18569.36	19600.74	Delta: 34	Type: RIGHT	
	CC 18487.38	19760.99		Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT 6+170,03	18639.01	19663.99	Length: 95.18	Tangent: 48.73	
			Mid-Ord: 6.25	External: 6.48		
			Chord: 94.08	Course: N 47 E		
			Es: 6.48			
CURVA TANGENTE	PI 6+707,02	18928.38	20116.33	Length: 94.53	Course: N 72 E	Delta: 8
	6+170,03	18639.01	19663.99	Length: 525.44	Course: N 64 E	
CURVA TANGENTE	6+695,47	18922.16	20106.61			
	PC 6+695,47	18922.16	20106.61	Delta: 8	Type: RIGHT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 18770.53	20203.61		Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT 6+718,54	18933.31	20126.78	Length: 23.07	Tangent: 11.55	
				Mid-Ord: 0.37	External: 0.37	
			Chord: 23.05	Course: N 68 E		
			Es: 0.37			
CURVA TANGENTE	PI 6+801,51	18968.73	20201.82	Length: 78.74	Course: N 59 E	Delta: 13
	6+718,54	18933.31	20126.78	Length: 64.23	Course: N 72 E	
CURVA TANGENTE	6+782,77	18960.73	20184.86			
	PC 6+782,77	18960.73	20184.86	Delta: 13	Type: LEFT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 19123.51	20108.04		Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT 6+820,13	18980.05	20216.76	Length: 37.36	Tangent: 18.75	
				Mid-Ord: 0.97	External: 0.97	
			Chord: 37.29	Course: N 65 E		
			Es: 0.97			
CURVA TANGENTE	PI 6+880,12	19016.29	20264.57	Length: 89.44	Course: N 64 E	Delta: 6
	6+820,13	18980.05	20216.76	Length: 52.09	Course: N 59 E	
CURVA TANGENTE	6+872,22	19011.52	20258.27			
	PC 6+872,22	19011.52	20258.27	Delta: 6	Type: RIGHT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 18868.06	20366.99		Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT 6+888,02	19020.50	20271.27	Length: 15.80	Tangent: 7.91	
				Mid-Ord: 0.17	External: 0.17	
			Chord: 15.80	Course: N 62 E		
			Es: 0.17			
CURVA TANGENTE	PI 6+969,55	19063.85	20340.31	Length: 169.99	Course: N 41 E	Delta: 23
	6+888,02	19020.50	20271.27	Length: 47.97	Course: N 64 E	
CURVA TANGENTE	6+935,99	19046.01	20311.89			
	PC 6+935,99	19046.01	20311.89	Delta: 23	Type: LEFT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 19198.44	20216.17		Radius: 180.00	DOC: 35	
	PT 7+002,35	19090.74	20360.39	Length: 66.36	Tangent: 33.56	
				Mid-Ord: 3.05	External: 3.10	
			Chord: 65.98	Course: N 53 E		
			Es: 3.10			
CURVA TANGENTE	PI 7+138,77	19200.06	20442.02	Length: 128.75	Course: N 72 E	Delta: 32
	7+002,35	19090.74	20360.39	Length: 90.83	Course: N 41 E	
CURVA TANGENTE	7+093,18	19163.52	20414.74			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 7+093,18	19163.52	20414.74	Delta:	32	Type: RIGHT
	CC	19055.82	20558.97	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 7+182,49	19219.19	20483.40	Length:	89.31	Tangent: 45.59
				Mid-Ord:	5.51	External: 5.68
				Chord:	88.40	Course: N 57 E
				Es:	5.68	
CURVA TANGENTE	PI 7+265,64	19254.10	20558.88	Length:	139.85	Course: N 44 E Delta: 29
	7+182,49	19219.19	20483.40	Length:	41.93	Course: N 72 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 7+224,42	19236.80	20521.46	Delta:	29	Type: LEFT
	CC	19400.17	20445.90	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 7+305,47	19285.97	20585.03	Length:	81.05	Tangent: 41.23
				Mid-Ord:	4.54	External: 4.66
				Chord:	80.37	Course: N 58 E
				Es:	4.66	
CURVA TANGENTE	PI 7+404,09	19362.20	20647.60	Length:	170.48	Course: N 73 E Delta: 30
	7+305,47	19285.97	20585.03	Length:	55.94	Course: N 44 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 7+361,41	19329.21	20620.52	Delta:	30	Type: RIGHT
	CC	19215.01	20759.66	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 7+445,23	19379.52	20686.61	Length:	83.81	Tangent: 42.68
				Mid-Ord:	4.86	External: 4.99
				Chord:	83.06	Course: N 59 E
				Es:	4.99	
CURVA TANGENTE	PI 7+573,02	19431.38	20803.41	Length:	142.51	Course: N 74 E Delta: 0
	7+445,23	19379.52	20686.61	Length:	127.80	Course: N 73 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 7+573,02	19431.38	20803.41	Delta:	18	Type: LEFT
	CC	19643.12	20838.02	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 7+740,94	19505.17	20953.66	Length:	51.17	Tangent: 25.76
				Mid-Ord:	1.82 E	External: 1.83
				Chord:	51.00	Course: N 65 E
				Es:	1.83	
CURVA TANGENTE	PI 7+803,65	19545.46	21001.71	Length:	162.17	Course: S 99 E Delta: 45
	7+740,94	19505.17	20953.66	Length:	1.03	Course: N 56 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 7+741,97	19505.83	20954.44	Delta:	45	Type: RIGHT
	CC	19378.62	21061.09	Radius:	166.00	DOC: 38
	PT 7+860,08	19544.60	21063.39	Length:	118.11	Tangent: 61.68
				Mid-Ord:	10.39	External: 11.09
				Chord:	115.64	Course: N 78 E
				Es:	11.09	
CURVA TANGENTE	PI 7+960,57	19543.21	21163.87	Length:	79.25	Course: N 69 E Delta: 32
	7+860,08	19544.60	21063.39	Length:	53.88	Course: S 99 E
	7+913,96	19543.86	21117.26			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 7+913,96	19543.86	21117.26	Delta:	32	Type: LEFT
	CC	19723.84	21119.76	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 8+005,18	19565.27	21204.93	Length:	91.22	Tangent: 46.61
				Mid-Ord:	5.75	External: 5.94
			Chord:	90.25	Course: N 85 E	
			Es:	5.94		
CURVA TANGENTE	PI 8+037,82	19580.71	21233.68	Length:	85.88	Course: N 29 E Delta: 40
	8+005,18	19565.27	21204.93	Length:	0.30	Course: N 69 E
	8+005,47	19565.41	21205.19			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+005,47	19565.41	21205.19	Delta:	40	Type: LEFT
	CC	19653.50	21157.87	Radius:	100.00	DOC: 64
	PT 8+068,03	19609.80	21247.82	Length:	62.56	Tangent: 32.34
				Mid-Ord:	4.85	External: 5.10
			Chord:	61.54	Course: N 49 E	
			Es:	5.10		
CURVA TANGENTE	PI 8+121,58	19657.96	21271.22	Length:	134.75	Course: N 49 E Delta: 20
	8+068,03	19609.80	21247.82	Length:	25.14	Course: N 29 E
	8+093,18	19632.41	21258.81			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+093,18	19632.41	21258.81	Delta:	20	Type: RIGHT
	CC	19553.74	21420.71	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 8+149,51	19678.44	21290.89	Length:	56.34	Tangent: 28.40
				Mid-Ord:	2.20	External: 2.23
			Chord:	56.11	Course: N 39 E	
			Es:	2.23		
CURVA TANGENTE	PI 8+255,86	19755.14	21364.57	Length:	146.60	Course: N 29 E Delta: 19
	8+149,51	19678.44	21290.89	Length:	78.82	Course: N 49 E
	8+228,33	19735.28	21345.50			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+228,33	19735.28	21345.50	Delta:	19	Type: LEFT
	CC	19859.98	21215.68	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 8+282,97	19779.79	21376.83	Length:	54.64	Tangent: 27.53
				Mid-Ord:	2.07	External: 2.09
			Chord:	54.43	Course: N 39 E	
			Es:	2.09		
CURVA TANGENTE	PI 8+402,04	19886.38	21429.88	Length:	64.03	Course: N 61 E Delta: 31
	8+282,97	19779.79	21376.83	Length:	74.20	Course: N 29 E
	8+357,17	19846.21	21409.89			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+357,17	19846.21	21409.89	Delta:	31	Type: RIGHT
	CC	19766.02	21571.04	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 8+445,12	19912.47	21466.39	Length:	87.95	Tangent: 44.87
				Mid-Ord:	5.34	External: 5.51
			Chord:	87.07	Course: N 45 E	
			Es:	5.51		
CURVA TANGENTE	PI 8+464,28	19923.61	21481.97	Length:	265.41	Course: N 77 E Delta: 16
	8+445,12	19912.47	21466.39	Length:	0.05	Course: N 61 E
	8+445,17	19912.50	21466.43			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+445,17	19912.50	21466.43	Delta:	16	Type: RIGHT
	CC	19790.46	21553.64	Radius:	150.00	DOC: 42
	PT 8+483,18	19930.47	21499.81	Length:	38.01	Tangent: 19.11
				Mid-Ord:	1.20	External: 1.21
			Chord:	37.91	Course: N 69 E	
			Es:	1.21		

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	PI	8+729,49	20018.86	21729.71	Length:	54.94	Course: N 49 E Delta: 27
		8+483,18	19930.47	21499.81	Length:	207.11	Course: N 77 E
		8+690,29	20004.79	21693.12			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	8+690,29	20004.79	21693.12	Delta:	27	Type: LEFT
	CC		20172.80	21628.53	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT	8+767,48	20046.86	21757.13	Length:	77.19	Tangent: 39.20
					Mid-Ord:	4.12	External: 4.22
				Chord:	76.60	Course: N 63 E	
				Es:	4.22		
CURVA TANGENTE	PI	8+783,22	20058.12	21768.15	Length:	76.05	Course: N 17 E Delta: 33
		8+767,48	20046.86	21757.13	Length:	15.75	Course: N 49 E
		8+783,22	20058.12	21768.15			
CURVA TANGENTE	PI	8+859,27	20131.61	21787.67	Length:	81.91	Course: N 18 E Delta: 1
		8+783,22	20058.12	21768.15	Length:	76.05	Course: N 17 E
		8+859,27	20131.61	21787.67			
CURVA TANGENTE	PI	8+941,18	20210.36	21810.19	Length:	197.81	Course: N 01 W Delta: 19
		8+859,27	20131.61	21787.67	Length:	55.28	Course: N 18 E
		8+914,56	20184.77	21802.87			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	8+914,56	20184.77	21802.87	Delta:	19	Type: LEFT
	CC		20234.26	21629.81	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT	8+967,41	20236.98	21809.79	Length:	52.86	Tangent: 26.62
					Mid-Ord:	1.94	External: 1.96
				Chord:	52.67	Course: N 08 E	
				Es:	1.96		
CURVA TANGENTE	PI	9+138,60	20408.15	21807.20	Length:	94.96	Course: N 15 W Delta: 14
		8+967,41	20236.98	21809.79	Length:	150.91	Course: N 01 W
		9+118,32	20387.87	21807.51			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	9+118,32	20387.87	21807.51	Delta:	14	Type: LEFT
	CC		20385.15	21627.53	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT	9+158,71	20427.84	21802.39	Length:	40.38	Tangent: 20.28
					Mid-Ord:	1.13	External: 1.14
				Chord:	40.30	Course: N 08 W	
				Es:	1.14		
CURVA TANGENTE	PI	9+233,39	20500.39	21784.68	Length:	53.19	Course: N 43 W Delta: 28
		9+158,71	20427.84	21802.39	Length:	17.50	Course: N 15 W
		9+176,21	20444.85	21798.24			
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS	9+176,21	20444.85	21798.24	Length:	35.00	L Tan: 23.34
	SPI		20467.53	21792.71	Radius:	180.00	S Tan: 11.68
	SC	9+211,21	20478.55	21788.85	Theta:	6	P: 0.28
					X:	34.97	K: 17.49
					Y:	1.13	A: 79.37
				Chord:	34.99	Course: N 17 W	
				Ts:	57.18		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC	9+211,21	20478.55	21788.85	Delta:	17	Type: LEFT
	CC		20419.08	21618.95	Radius:	180.00	DOC: 35
	SC	9+259,83	20521.73	21766.82	Length:	48.63	Tangent: 24.46
					Mid-Ord:	1.64	External: 1.65
				Chord:	48.48	Course: N 30 W	
				Es:	4.60		

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	SC 9+259,83	20521.73	21766.82	Length:	25.00	L Tan: 16.67
	SPI	20528.58	21762.06	Radius:	180.00	S Tan: 8.34
	PC 9+284,83	20541.58	21751.63	Theta:	4	P: 0.14
				X:	24.99	K: 12.50
			Y:	0.58	A: 67.08	
			Chord:	24.99	Course: N 42 W	
			Ts:	52.81		
CURVA TANGENTE	PI 9+285,22	20541.88	21751.39	Length:	168.29	Course: N 82 W Delta: 39
	9+284,83	20541.58	21751.63	Length:	0.38	Course: N 43 W
	9+285,22	20541.88	21751.39			
CURVA TANGENTE	PI 9+453,51	20589.50	21589.98	Length:	2.79	Course: N 81 W Delta: 0
	9+285,22	20541.88	21751.39	Length:	167.89	Course: N 82 W
	9+453,10	20589.38	21590.36			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+453,10	20589.38	21590.36	Delta:	0	Type: RIGHT
	CC	20762.03	21641.30	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 9+453,91	20589.61	21589.60	Length:	0.80	Tangent: 0.40
				Mid-Ord:	0.00	External: 0.00
			Chord:	0.80	Course: N 82 W	
			Es:	0.00		
CURVA TANGENTE	PI 9+456,29	20590.30	21587.31	Length:	63.20	Course: N 62 W Delta: 20
	9+453,91	20589.61	21589.60	Length:	2.38	Course: N 81 W
	9+456,29	20590.30	21587.31			
CURVA TANGENTE	PI 9+519,49	20625.96	21535.13	Length:	47.84	Course: N 36 W Delta: 26
	9+456,29	20590.30	21587.31	Length:	25.98	Course: N 62 W
	9+482,27	20604.95	21565.86			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+482,27	20604.95	21565.86	Delta:	26	Type: RIGHT
	CC	20753.57	21667.42	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 9+555,68	20657.43	21515.24	Length:	73.42	Tangent: 37.23
				Mid-Ord:	3.73	External: 3.81
			Chord:	72.91	Course: N 49 W	
			Es:	3.81		
CURVA TANGENTE	PI 9+566,30	20666.40	21509.58	Length:	49.42	Course: N 06 W Delta: 30
	9+555,68	20657.43	21515.24	Length:	10.61	Course: N 36 W
	9+566,30	20666.40	21509.58			
CURVA TANGENTE	PI 9+615,72	20715.60	21504.95	Length:	586.31	Course: N 10 E Delta: 16
	9+566,30	20666.40	21509.58	Length:	26.23	Course: N 06 W
	9+592,53	20692.51	21507.12			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+592,53	20692.51	21507.12	Delta:	16	Type: RIGHT
	CC	20709.36	21686.33	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 9+638,66	20738.49	21508.70	Length:	46.13	Tangent: 23.19
				Mid-Ord:	1.48	External: 1.49
			Chord:	46.01	Course: N 02 E	
			Es:	1.49		
CURVA TANGENTE	PI 10+201,78	21294.18	21599.84	Length:	219.69	Course: N 13 W Delta: 23
	9+638,66	20738.49	21508.70	Length:	529.77	Course: N 10 E
	10+168,43	21261.27	21594.44			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 10+168,43	21261.27	21594.44	Delta:	23	Type: LEFT
	CC	21290.40	21416.81	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 10+234,38	21326.84	21593.09	Length:	65.95	Tangent: 33.35
				Mid-Ord:	3.01	External: 3.06
			Chord:	65.58	Course: N 01 W	
			Es:	3.06		

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA TANGENTE	PI 10+420,72	21509.33	21555.36	Length:	98.86	Course: N 31 W Delta: 18
	10+234,38	21326.84	21593.09	Length:	186.34	Course: N 13 W
	10+420,72	21509.33	21555.36			
CURVA TANGENTE	PI 10+519,59	21597.02	21509.72	Length:	197.54	Course: N 76 W Delta: 46
	10+420,72	21509.33	21555.36	Length:	31.61	Course: N 31 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 10+452,34	21537.37	21540.77	Delta:	46	Type: LEFT
	CC 21454.26	21381.10		Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 10+581,05	21621.70	21447.16	Length:	128.72	Tangent: 67.25
				Mid-Ord:	11.38	External: 12.15
			Chord:	125.99	Course: N 53 W	
			Es:	12.15		
CURVA TANGENTE	PI 10+711,34	21669.52	21325.96	Length:	483.43	Course: N 90 W Delta: 14
	10+581,05	21621.70	21447.16	Length:	110.80	Course: N 76 W
	10+691,85	21662.37	21344.09			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 10+691,85	21662.37	21344.09	Delta:	14	Type: LEFT
	CC 21494.93	21278.03		Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 10+730,68	21672.63	21306.73	Length:	38.82	Tangent: 19.49
				Mid-Ord:	1.05	External: 1.05
			Chord:	38.75	Course: N 83 W	
			Es:	1.05		
CURVA TANGENTE	PI 11+194,62	21746.58	20848.72	Length:	306.31	Course: N 68 W Delta: 21
	10+730,68	21672.63	21306.73	Length:	433.29	Course: N 90 W
	11+163,96	21741.70	20878.98			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 11+163,96	21741.70	20878.98	Delta:	21	Type: RIGHT
	CC 21919.39	20907.67		Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 11+224,68	21761.21	20821.78	Length:	60.72	Tangent: 30.65
				Mid-Ord:	2.55	External: 2.59
			Chord:	60.43	Course: N 79 W	
			Es:	2.59		
CURVA TANGENTE	PI 11+500,34	21892.74	20579.53	Length:	53.93	Course: N 55 W Delta: 13
	11+224,68	21761.21	20821.78	Length:	256.63	Course: N 68 W
	11+481,31	21883.66	20596.26			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 11+481,31	21883.66	20596.26	Delta:	13	Type: RIGHT
	CC 22041.84	20682.15		Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 11+519,24	21905.12	20565.07	Length:	37.93	Tangent: 19.04
				Mid-Ord:	1.00 E	External: 1.00
			Chord:	37.86	Course: N 62 W	
			Es:	1.00		
CURVA TANGENTE	PI 11+554,13	21927.82	20538.56	Length:	190.35	Course: N 34 W Delta: 21
	11+519,24	21905.12	20565.07	Length:	5.19	Course: N 55 W
	11+524,43	21908.50	20561.12			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 11+524,43	21908.50	20561.12	Delta:	21	Type: RIGHT
	CC 22045.22	20678.20		Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 11+583,31	21953.36	20523.41	Length:	58.87	Tangent: 29.70
				Mid-Ord:	2.40	External: 2.43
			Chord:	58.61	Course: N 45 W	
			Es:	2.43		
CURVA TANGENTE	PI 11+743,96	22091.52	20441.42	Length:	314.60	Course: N 51 W Delta: 17
	11+583,31	21953.36	20523.41	Length:	136.35	Course: N 34 W
	11+719,65	22070.62	20453.82			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 11+719,65	22070.62	20453.82	Delta:	17	Type: LEFT
	CC	21978.76	20299.03	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 11+767,97	22108.38	20423.92	Length:	48.31	Tangent: 24.30
				Mid-Ord:	1.62	External: 1.63
				Chord:	48.17	Course: N 43 W
				Es:	1.63	
CURVA TANGENTE	PI 12+058,27	22309.80	20214.87	Length:	153.86	Course: N 71 W Delta: 20
	11+767,97	22108.38	20423.92	Length:	262.14	Course: N 51 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+030,11	22290.26	20235.15	Delta:	20	Type: LEFT
	CC	22160.64	20110.25	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 12+085,97	22322.21	20189.59	Length:	55.86	Tangent: 28.16
				Mid-Ord:	2.16	External: 2.19
				Chord:	55.64	Course: N 61 W
				Es:	2.19	
CURVA TANGENTE	PI 12+211,67	22377.62	20076.76	Length:	534.28	Course: N 46 W Delta: 25
	12+085,97	22322.21	20189.59	Length:	90.04	Course: N 71 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+176,01	22361.90	20108.77	Delta:	25	Type: RIGHT
	CC	22523.47	20188.11	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 12+246,43	22404.36	20053.16	Length:	70.42	Tangent: 35.66
				Mid-Ord:	3.43	External: 3.50
				Chord:	69.97	Course: N 58 W
				Es:	3.50	
CURVA TANGENTE	PI 12+745,04	22778.19	19723.21	Length:	99.01	Course: N 42 W Delta: 4
	12+246,43	22404.36	20053.16	Length:	493.20	Course: N 46 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+739,62	22774.12	19726.79	Delta:	4	Type: RIGHT
	CC	22893.24	19861.74	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 12+750,45	22782.45	19719.87	Length:	10.83	Tangent: 5.42
				Mid-Ord:	0.08	External: 0.08
				Chord:	10.83	Course: N 44 W
				Es:	0.08	
CURVA TANGENTE	PI 12+844,04	22856.22	19662.27	Length:	78.31	Course: N 00 E Delta: 42
	12+750,45	22782.45	19719.87	Length:	7.39	Course: N 42 W
CURVA ESPIRAL: CLOTOIDE	TS 12+757,84	22788.28	19715.33	Length:	50.00	L Tan: 33.37
	SPI	22814.58	19694.79	Radius:	180.00	S Tan: 16.70
	SC 12+807,84	22829.04	19686.43	Theta:	9	P: 0.58
			X:	49.90	K: 24.98	
			Y:	2.31	A: 94.87	
			Chord:	49.96	Course: N 39 W	
			Ts:	86.20		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	SC 12+807,84	22829.04	19686.43	Delta:	33	Type: RIGHT
	CC	22919.11	19842.27	Radius:	180.00	DOC: 35
	PT 12+902,18	22919.12	19662.27	Length:	94.34	Tangent: 48.28
				Mid-Ord:	6.15	External: 6.36
				Chord:	93.26	Course: N 17 W
				Es:	10.67	
CURVA TANGENTE	PI 12+917,60	22934.53	19662.27	Length:	1435.60	Course: N 10 E Delta: 10
	12+902,18	22919.12	19662.27	Length:	1.61	Course: N 00 E
	12+903,80	22920.73	19662.27			

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	12+903,80	22920.73	19662.27	Delta: 10	Type: RIGHT
	CC		22920.72	19842.27	Radius: 180.00	DOC: 35
	PT	12+931,36	22948.18	19664.38	Length: 27.56	Tangent: 13.81
					Mid-Ord: 0.53	External: 0.53
				Chord: 27.53	Course: N 05 E	
				Es: 0.53		
CURVA TANGENTE	PI	14+353,14	24353.33	19881.25	Length: 473.18	Course: N 19 W Delta: 29
		12+931,36	22948.18	19664.38	Length: 1379.91	Course: N 10 E
		14+311,26	24311.94	19874.86		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	14+311,26	24311.94	19874.86	Delta: 29	Type: LEFT
	CC		24339.40	19696.97	Radius: 180.00	DOC: 35
	PT	14+393,56	24393.29	19868.71	Length: 82.30	Tangent: 41.88
					Mid-Ord: 4.68	External: 4.81
				Chord: 81.58	Course: N 05 W	
				Es: 4.81		
CURVA TANGENTE	PI	14+824,86	24804.81	19739.58	Length: 864.45	Course: N 50 W Delta: 31
		14+393,56	24393.29	19868.71	Length: 387.33	Course: N 19 W
		14+780,89	24762.85	19752.74		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	14+780,89	24762.85	19752.74	Delta: 31	Type: LEFT
	CC		24708.96	19581.00	Radius: 180.00	DOC: 35
	PT	14+867,15	24835.97	19708.55	Length: 86.26	Tangent: 43.97
					Mid-Ord: 5.14	External: 5.29
				Chord: 85.43	Course: N 35 W	
				Es: 5.29		
CURVA TANGENTE		14+867,15	24835.97	19708.55	Length: 820.47	Course: N 50 W
		15+687,62	25417.36	19129.62		

**ANEXO 1.2**  
**ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION		
	PI 0+000,00	22368,34	8543,79	Length: 219.39	Course: S 18 W	
	PI 0+219,39	22160,57	8473,33	Length: 330.08	Course: S 08 W	Delta: 10
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+000,00	22368,34	8543,79	Length: 202.66	Course: S 18 W	
	0+202,66	22176,41	8478,70			
	PC 0+202,66	22176,41	8478,70	Delta: 10	Type: LEFT	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	CC 0+202,66	22118,60	8649,17	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 0+236,01	22144,02	8470,97	Length: 33.35	Tangent: 16.72	
				Mid-Ord: 0.77	External: 0.78	
				Chord: 33.30	Course: S 13 W	
				Es: 0.78		
	PI 0+549,37	21833,80	8426,73	Length: 128.02	Course: S 07 E	Delta: 16
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+236,01	22144,02	8470,97	Length: 287.94	Course: S 08 W	
	0+523,96	21858,96	8430,31			
	PC 0+523,96	21858,96	8430,31	Delta: 16	Type: LEFT	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	CC 0+523,96	21833,55	8608,51	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 0+574,44	21808,64	8430,24	Length: 50.49	Tangent: 25.41	
				Mid-Ord: 1.77	External: 1.78	
				Chord: 50.32	Course: S 07 W	
				Es: 1.78		
	PI 0+677,06	21707,01	8444,44	Length: 816.37	Course: S 16 E	Delta: 8
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+574,44	21808,64	8430,24	Length: 89.19	Course: S 07 E	
	0+663,63	21720,31	8442,58			
	PC 0+663,63	21720,31	8442,58	Delta: 8	Type: LEFT	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	CC 0+663,63	21745,22	8620,85	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 0+690,43	21694,14	8448,25	Length: 26.80	Tangent: 13.42	
				Mid-Ord: 0.50	External: 0.50	
				Chord: 26.77	Course: S 12 E	
				Es: 0.50		
	PI 1+493,38	20924,20	8676,09	Length: 1850.74	Course: S 19 E	Delta: 2
<b>CURVA TANGENTE</b>	0+690,43	21694,14	8448,25	Length: 798.88	Course: S 16 E	
	1+489,31	20928,10	8674,94			
	PI 3+344,12	19175,08	9280,94	Length: 135.01	Course: S 16 E	Delta: 2
<b>CURVA TANGENTE</b>	1+497,45	20920,35	8677,42	Length: 1842.03	Course: S 19 E	
	3+339,48	19179,47	9279,42			
	PI 3+479,13	19045,38	9318,43	Length: 1540.36	Course: S 09 W	Delta: 25
<b>CURVA TANGENTE</b>	3+348,76	19170,62	9282,22	Length: 90.01	Course: S 16 E	
	3+438,77	19084,15	9307,22			
	PC 3+438,77	19084,15	9307,22	Delta: 25	Type: RIGHT	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	CC 3+438,77	19034,17	9134,30	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 3+518,18	19005,53	9312,00	Length: 79.41	Tangent: 40.36	
				Mid-Ord: 4.36	External: 4.47	
				Chord: 78.77	Course: S 03 E	
				Es: 4.47		
	PI 5+018,17	17524,65	9073,31	Length: 154.88	Course: S 04 E	Delta: 13
<b>CURVA TANGENTE</b>	3+518,18	19005,53	9312,00	Length: 1478.37	Course: S 09 W	
	4+996,55	17545,99	9076,75			
	PC 4+996,55	17545,99	9076,75	Delta: 13	Type: LEFT	
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	CC 4+996,55	17517,35	9254,46	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 5+039,59	17503,09	9075,03	Length: 43.04	Tangent: 21.62	
				Mid-Ord: 1.28	External: 1.29	
				Chord: 42.93	Course: S 02 W	
				Es: 1.29		
	PI 5+172,85	17370,25	9085,58	Length: 156.65	Course: S 12 E	Delta: 5
<b>CURVA TANGENTE</b>	5+181,88	17361,35	9087,20	Length: 140.79	Course: S 10 E	
	5+322,67	17222,83	9112,37			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 5+322,67	17222,83	9112,37	Delta: 4	Type: LEFT	
	CC 17255,01	9289,47		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 5+336,28	17209,55	9115,31	Length: 13.61	Tangent: 6.81	
CURVA CIRCULAR SIMPLE				Mid-Ord: 0.13	External: 0.13	
				Chord: 13.60	Course: S 12 E	
				Es: 0.13		
CURVA TANGENTE	5+336,28	17209,55	9115,31	Length: 102.77	Course: S 14 E	
	5+439,05	17110,10	9141,26			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 5+439,05	17110,10	9141,26	Delta: 21	Type: LEFT	
	CC 17155,57	9315,43		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 5+506,64	17049,40	9170,07	Length: 67.58	Tangent: 34.19	
CURVA CIRCULAR SIMPLE				Mid-Ord: 3.16	External: 3.22	
				Chord: 67.19	Course: S 25 E	
				Es: 3.22		
CURVA TANGENTE	5+506,64	17049,40	9170,07	Length: 142.82	Course: S 36 E	
	5+649,46	16934,07	9254,31			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 5+649,46	16934,07	9254,31	Delta: 7	Type: LEFT	
	CC 17040,23	9399,66		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 5+673,87	16915,39	9270,00	Length: 24.41	Tangent: 12.23	
CURVA CIRCULAR SIMPLE				Mid-Ord: 0.41	External: 0.41	
				Chord: 24.40	Course: S 40 E	
				Es: 0.41		
CURVA TANGENTE	5+673,87	16915,39	9270,00	Length: 514.15	Course: S 43 E	
	6+188,02	16545,00	9626,60			
CURVA TANGENTE	PI 7+781,75	15417,99	10753,46	Length: 390.67	Course: S 37 E	Delta: 7
				Length: 1578.73	Course: S 44 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 7+770,15	15426,19	10745,26	Delta: 7	Type: RIGHT	
	CC 15298,92	10617,97		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 7+793,31	15408,81	10760,54	Length: 23.16	Tangent: 11.59	
CURVA CIRCULAR SIMPLE				Mid-Ord: 0.37	External: 0.37	
				Chord: 23.14	Course: S 41 E	
				Es: 0.37		
CURVA TANGENTE	PI 8+172,39	15108,58	10991,96	Length: 330.17	Course: S 41 E	Delta: 4
				Length: 372.24	Course: S 37 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+165,56	15113,99	10987,79	Delta: 4	Type: LEFT	
	CC 15223,88	11130,36		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 8+179,21	15103,50	10996,53	Length: 13.66	Tangent: 6.83	
CURVA CIRCULAR SIMPLE				Mid-Ord: 0.13	External: 0.13	
				Chord: 13.65	Course: S 39 E	
				Es: 0.13		
CURVA TANGENTE	PI 8+502,55	14863,11	11212,77	Length: 176.31	Course: S 41 E	Delta: 0
				Length: 323.34	Course: S 41 E	
CURVA TANGENTE	PI 8+678,86	14732,03	11330,69	Length: 133.84	Course: S 61 E	Delta: 19
				Length: 145.49	Course: S 41 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+648,04	14754,94	11310,08	Delta: 19	Type: LEFT	
	CC 14875,32	11443,90		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 8+709,09	14717,28	11357,75	Length: 61.05	Tangent: 30.82	
CURVA CIRCULAR SIMPLE				Mid-Ord: 2.58	External: 2.62	
				Chord: 60.76	Course: S 51 E	
				Es: 2.62		
CURVA TANGENTE	PI 8+812,11	14667,97	11448,20	Length: 152.72	Course: S 68 E	Delta: 6
				Length: 92.37	Course: S 61 E	
CURVA TANGENTE	8+709,09	14717,28	11357,75			
	8+801,46	14673,07	11438,85			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+801,46	14673,07	11438,85	Delta:	6	Type: LEFT
	CC 14831,12	11525,00		Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 8+822,74	14664,01	11458,09	Length:	21.28	Tangent: 10.65
				Mid-Ord:	0.31	External: 0.31
				Chord:	21.26	Course: S 64 E
				Es:	0.31	
CURVA TANGENTE	PI 8+964,80	14611,20	11589,98	Length:	522.10	Course: S 73 E
	8+822,74	14664,01	11458,09	Length:	133.15	Course: S 68 E
	8+955,88	14614,52	11581,70			Delta: 5
CURVA TANGENTE	PI 9+486,89	14466,00	12091,48	Length:	156.77	Course: S 57 E
	8+973,71	14608,72	11598,55	Length:	487.49	Course: S 73 E
	9+461,20	14473,14	12066,80			Delta: 16
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+461,20	14473,14	12066,80	Delta:	16	Type: RIGHT
	CC 14300,24	12016,74		Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 9+512,23	14452,23	12113,17	Length:	51.03	Tangent: 25.69
			Mid-Ord:	1.81	External: 1.82	
			Chord:	50.86	Course: S 65 E	
			Es:	1.82		
CURVA TANGENTE	PI 9+643,31	14382,01	12223,86	Length:	159.25	Course: S 43 E
	9+512,23	14452,23	12113,17	Length:	108.90	Course: S 57 E
	9+621,13	14393,89	12205,13			Delta: 36
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+621,13	14393,89	12205,13	Delta:	36	Type: RIGHT
	CC 14241,90	12108,70		Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 9+665,27	14365,94	12239,14	Length:	44.14	Tangent: 22.18
			Mid-Ord:	1.35	External: 1.36	
			Chord:	44.03	Course: S 50 E	
			Es:	1.36		
CURVA TANGENTE	PI 9+802,34	14266,61	12333,59	Length:	197.25	Course: S 35 E
	9+665,27	14365,94	12239,14	Length:	124.20	Course: S 43 E
	9+789,47	14275,93	12324,73			Delta: 14
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+789,47	14275,93	12324,73	Delta:	14	Type: RIGHT
	CC 14151,90	12194,28		Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 9+815,16	14256,12	12341,04	Length:	25.69	Tangent: 12.87
			Mid-Ord:	0.46	External: 0.46	
			Chord:	25.67	Course: S 39 E	
			Es:	0.46		
CURVA TANGENTE	PI 9+999,54	14105,79	12447,80	Length:	757.48	Course: S 22 E
	9+815,16	14256,12	12341,04	Length:	163.90	Course: S 35 E
	9+979,06	14122,49	12435,94			Delta: 12
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+979,06	14122,49	12435,94	Delta:	12	Type: RIGHT
	CC 14018,27	12289,18		Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 10+019,85	14086,85	12455,60	Length:	40.79	Tangent: 20.48
			Mid-Ord:	1.15	External: 1.16	
			Chord:	40.70	Course: S 28 E	
			Es:	1.16		
CURVA TANGENTE	PI 10+756,85	13405,44	12736,41	Length:	228.61	Course: S 02 E
	10+019,85	14086,85	12455,60	Length:	705.87	Course: S 22 E
	10+725,72	13434,22	12724,55			Delta: 19
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 10+725,72	13434,22	12724,55	Delta:	19	Type: RIGHT
	CC 13365,64	12558,13		Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 10+787,37	13374,35	12737,91	Length:	61.65	Tangent: 31.13
			Mid-Ord:	2.63	External: 2.67	
			Chord:	61.35	Course: S 12 E	
			Es:	2.67		
CURVA TANGENTE	PI 10+984,84	13177,10	12747,47	Length:	107.15	Course: S 12 W
	10+787,37	13374,35	12737,91	Length:	174.00	Course: S 02 E
	10+961,37	13200,55	12746,33			Delta: 14
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 10+961,37	13200,55	12746,33	Delta:	14	Type: RIGHT
	CC 13191,84	12566,54		Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 11+008,05	13154,15	12742,55	Length:	46.68	Tangent: 23.47
			Mid-Ord:	1.51	External: 1.52	
			Chord:	46.55	Course: S 04 W	
			Es:	1.52		

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 11+091,73	13072,33	12725,03	Length:	83.38	Course:	S 30 W	Delta: 18
	PC 11+062,78	13100,64	12731,09	Delta:	18	Type:	RIGHT	
	CC 11+120,15	13138,33	12555,08	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 11+120,15	13047,34	12710,39	Length:	57.42	Tangent:	28.95	
CURVA TANGENTE	PI 11+174,62	13000,39	12682,88	Length:	690.61	Course:	S 48 W	Delta: 18
	11+120,15	13047,34	12710,39	Length:	25.44	Course:	S 30 W	
	11+145,63	13025,39	12697,53					
	PC 11+145,63	13025,39	12697,53	Delta:	18	Type:	RIGHT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11+145,63	13116,38	12542,22	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 11+203,10	12981,24	12661,12	Length:	57.47	Tangent:	28.98	
				Mid-Ord:	2.29	External:	2.32	
				Chord:	57.23	Course:	S 40 W	
CURVA TANGENTE	PI 11+864,73	12544,20	12164,39	Length:	180.48	Course:	S 42 W	Delta: 14
	11+203,10	12981,24	12661,12	Length:	651.93	Course:	S 48 W	
	11+855,03	12550,60	12171,68					
CURVA TANGENTE	PI 12+045,15	12411,11	12042,50	Length:	51.40	Course:	S 23 W	Delta: 19
	11+874,41	12537,04	12157,84	Length:	140.01	Course:	S 42 W	
	12+014,42	12433,80	12063,28					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+014,42	12433,80	12063,28	Delta:	19	Type:	LEFT	
	CC 12+014,42	12312,22	12196,02	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 12+075,37	12382,80	12030,43	Length:	60.95	Tangent:	30.77	
				Mid-Ord:	2.57	External:	2.61	
CURVA TANGENTE	PI 12+096,00	12363,82	12022,34	Length:	81.15	Course:	S 19 W	Delta: 3
	12+075,37	12382,80	12030,43	Length:	15.25	Course:	S 23 W	
	12+090,62	12368,77	12024,45					
	PI 12+177,15	12287,41	11995,04	Length:	148.02	Course:	S 07 W	
CURVA TANGENTE	12+101,38	12358,75	12020,53	Length:	56.40	Course:	S 19 W	Delta: 12
	12+157,78	12305,65	12001,56					
	PC 12+157,78	12305,65	12001,56	Delta:	12	Type:	LEFT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 12+157,78	12245,09	12171,06	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 12+196,37	12268,19	11992,55	Length:	38.59	Tangent:	19.37	
				Mid-Ord:	1.03	External:	1.04	
				Chord:	38.52	Course:	S 13 W	
CURVA TANGENTE	PI 12+325,02	12140,61	11976,04	Length:	197.69	Course:	S 06 W	Delta: 0
	12+196,37	12268,19	11992,55	Length:	127.43	Course:	S 07 W	
	12+323,80	12141,82	11976,19					
CURVA TANGENTE	PI 12+522,71	11944,23	11953,32	Length:	41.27	Course:	S 03 W	Delta: 3
	12+326,24	12139,40	11975,90	Length:	190.94	Course:	S 06 W	
	12+517,18	11949,72	11953,95					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 12+563,97	11903,03	11951,10	Length:	155.92	Course:	S 10 W	Delta: 7
	PC 12+551,80	11915,18	11951,75	Delta:	7	Type:	RIGHT	
	CC 12+551,80	11924,87	11772,01	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 12+576,10	11891,07	11948,81	Length:	24.31	Tangent:	12.17	
CURVA TANGENTE	12+576,10	11891,07	11948,81	Mid-Ord:	0.41	External:	0.41	
	12+719,85	11749,88	11921,82	Chord:	24.29	Course:	S 06 W	
	12+717,72	11751,97	11922,22	Es:	0.41			
	PI 12+884,41	11589,03	11887,11	Length:	164.55	Course:	S 12 W	
CURVA TANGENTE	12+721,98	11747,79	11921,37	Length:	141.62	Course:	S 10 W	Delta: 1
	12+883,38	11590,03	11887,32					
	PI 12+884,41	11589,03	11887,11	Length:	155.08	Course:	S 11 W	
CURVA TANGENTE	12+721,98	11747,79	11921,37	Length:	161.40	Course:	S 12 W	Delta: 0
	12+883,38	11590,03	11887,32					
	PI 13+039,45	11437,07	11856,12	Length:	166.38	Course:	S 13 W	
CURVA TANGENTE	12+885,43	11588,02	11886,90	Length:	151.43	Course:	S 11 W	Delta: 1
	13+036,86	11439,65	11856,64					

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+036,86	11439,65	11856,64	Delta:	1	Type:	RIGHT
	CC 13+042,12	11475,62	11680,27	Radius:	180.00	DOC:	31-49-52
	PT 13+042,12	11434,51	11855,52	Length:	5.26	Tangent:	2.63
				Mid-Ord:	0.02	External:	0.02
				Chord:	5.26	Course:	S 12 W
				Es:	0.02		
CURVA TANGENTE	PI 13+205,87	11275,09	11818,12	Length:	197.37	Course:	S 11 W Delta: 14
	13+042,12	11434,51	11855,52	Length:	161.85	Course:	S 13 W
CURVA TANGENTE	PI 13+403,24	11082,03	11777,11	Length:	164.67	Course:	S 11 W Delta: 0
	13+207,76	11273,24	11817,73	Length:	195.11	Course:	S 11 W
CURVA TANGENTE	PI 13+567,90	10920,82	11743,54	Length:	65.17	Course:	S 02 W Delta: 9
	13+403,60	11081,67	11777,03	Length:	149.30	Course:	S 11 W
	13+552,90	10935,51	11746,60				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+552,90	10935,51	11746,60	Delta:	9	Type:	LEFT
	CC 13+582,84	10898,82	11922,82	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 13+582,84	10905,83	11742,96	Length:	29.94	Tangent:	15.01
				Mid-Ord:	0.62	External:	0.62
				Chord:	29.91	Course:	S 06 W
				Es:	0.62		
CURVA TANGENTE	PI 13+633,00	10855,70	11741,00	Length:	46.58	Course:	S 03 E Delta: 5
	13+582,84	10905,83	11742,96	Length:	40.78	Course:	S 02 W
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+623,62	10865,08	11741,37	Delta:	5	Type:	LEFT
	CC 13+642,37	10858,07	11921,23	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 13+642,37	10846,34	11741,61	Length:	18.75	Tangent:	9.38
				Mid-Ord:	0.24	External:	0.24
				Chord:	18.74	Course:	S - E
				Es:	0.24		
CURVA TANGENTE	PI 13+679,56	10809,22	11744,04	Length:	13.99	Course:	S 14 E Delta: 10
	13+642,37	10846,34	11741,61	Length:	23.52	Course:	S 03 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+665,88	10822,88	11743,15	Delta:	10	Type:	LEFT
	CC 13+693,17	10832,72	11893,83	Radius:	151.00	DOC:	37
	PT 13+693,17	10795,95	11747,37	Length:	27.29	Tangent:	13.68
				Mid-Ord:	0.62	External:	0.62
				Chord:	27.25	Course:	S 08 E
				Es:	0.62		
CURVA TANGENTE	PI 13+693,48	10795,65	11747,45	Length:	25.83	Course:	S 22 E Delta: 4
	13+693,17	10795,95	11747,37	Length:	0.31	Course:	S 14 E
CURVA TANGENTE	PI 13+719,31	10771,73	11757,19	Length:	60.52	Course:	S 23 E Delta: 1
	13+693,48	10795,65	11747,45	Length:	23.74	Course:	S 22 E
CURVA TANGENTE	PI 13+779,83	10716,22	11781,32	Length:	31.14	Course:	S 33 E Delta: 4
	13+721,40	10769,82	11758,02	Length:	42.65	Course:	S 23 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+764,05	10730,70	11775,03	Delta:	14	Type:	LEFT
	CC 13+795,54	10802,46	11940,10	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 13+795,54	10703,07	11790,03	Length:	31.49	Tangent:	15.78
				Mid-Ord:	0.69	External:	0.69
				Chord:	31.45	Course:	S 28 E
				Es:	0.69		
CURVA TANGENTE	PI 13+810,90	10690,26	11798,52	Length:	29.45	Course:	S 41 E Delta: 7
	13+795,54	10703,07	11790,03	Length:	3.29	Course:	S 33 E
CURVA TANGENTE	PI 13+840,31	10668,10	11817,91	Length:	65.59	Course:	S 50 E Delta: 9
	13+822,93	10681,18	11806,46	Length:	2.64	Course:	S 41 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+825,57	10679,19	11808,20	Delta:	9	Type:	LEFT
	CC 13+854,98	10679,19	11808,20	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 13+854,98	10658,73	11829,29	Length:	29.42	Tangent:	14.74
				Mid-Ord:	0.60	External:	0.60
				Chord:	29.38	Course:	S 45 E
				Es:	0.60		

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN				
CURVA TANGENTE	PI 13+905,84	10626,42	11868,56	Length:	55.92	Course:	S 62 E	Delta: 19
	13+886,75	10638,53	11853,85					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+886,75	10638,53	11853,85	Delta:	19	Type:	LEFT	
	CC 10777,52	11968,22		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 13+924,74	10617,67	11885,48	Length:	37.95	Tangent:	19.05	
				Mid-Ord:	1.00	External:	1.00	
				Chord:	37.88	Course:	S 56 E	
				Es:	1.00			
CURVA TANGENTE	PI 13+961,62	10600,72	11918,22	Length:	55.50	Course:	S 70 E	Delta: 7
	13+924,74	10617,67	11885,48	Length:	24.97	Course:	S 62 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+949,72	10606,19	11907,66	Delta:	7	Type:	LEFT	
	CC 10766,04	11990,40		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 13+973,48	10596,69	11929,42	Length:	23.76	Tangent:	11.90	
				Mid-Ord:	0.39	External:	0.39	
				Chord:	23.75	Course:	S 66 E	
				Es:	0.39			
CURVA TANGENTE	PI 14+017,08	10581,92	11970,44	Length:	64.76	Course:	S 79 E	Delta: 9
	13+973,48	10596,69	11929,42	Length:	28.94	Course:	S 70 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+002,42	10586,88	11956,65	Delta:	9	Type:	LEFT	
	CC 10756,24	12017,63		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 14+031,67	10579,25	11984,85	Length:	29.25	Tangent:	14.66	
				Mid-Ord:	0.59	External:	0.60	
				Chord:	29.21	Course:	S 74 E	
				Es:	0.60			
CURVA TANGENTE	PI 14+081,77	10570,12	12034,11	Length:	100.64	Course:	S 86 E	Delta: 7
	14+031,67	10579,25	11984,85	Length:	38.54	Course:	S 79 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+070,21	10572,23	12022,75	Delta:	7	Type:	LEFT	
	CC 10749,22	12055,53		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 14+093,30	10569,49	12045,66	Length:	23.09	Tangent:	11.56	
				Mid-Ord:	0.37 E	External:	0.37	
				Chord:	23.07	Course:	S 83 E	
				Es:	0.37			
CURVA TANGENTE	PI 14+182,38	10564,61	12134,60	Length:	87.29	Course:	N 88 E	Delta: 4
	14+093,30	10569,49	12045,66	Length:	81.58	Course:	S 86 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+174,88	10565,02	12127,12	Delta:	4	Type:	LEFT	
	CC 10744,75	12136,99		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 14+189,87	10564,82	12142,10	Length:	14.99	Tangent:	7.50	
				Mid-Ord:	0.16	External:	0.16	
				Chord:	14.99	Course:	S 89 E	
				Es:	0.16			
CURVA TANGENTE	PI 14+269,66	10567,08	12221,86	Length:	48.48	Course:	S 85 E	Delta: 5
	14+189,87	10564,82	12142,10	Length:	70.59	Course:	N 88 E	
CURVA TANGENTE	PI 14+318,13	10563,51	12270,21	Length:	36.50	Course:	N 87 E	Delta: 6
	14+278,85	10566,41	12231,03	Length:	28.90	Course:	S 85 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+307,75	10564,28	12259,86	Delta:	6	Type:	LEFT	
	CC 10743,79	12273,12		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 14+328,48	10563,94	12280,58	Length:	20.73	Tangent:	10.38	
				Mid-Ord:	0.30	External:	0.30	
				Chord:	20.72	Course:	S 89 E	
				Es:	0.30			
CURVA TANGENTE	PI 14+354,61	10565,02	12306,68	Length:	134.43	Course:	N 76 E	Delta: 10
	14+328,48	10563,94	12280,58	Length:	9.16	Course:	N 87 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+337,64	10564,32	12289,73	Delta:	10	Type:	LEFT	
	CC 10744,17	12282,27		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 14+371,47	10568,88	12323,20	Length:	33.84	Tangent:	16.97	
				Mid-Ord:	0.79	External:	0.80	
				Chord:	33.79	Course:	N 82 E	
				Es:	0.80			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN					
CURVA TANGENTE	PI 14+488,94	10595,59	12437,59	Length:	225.16	Course:	N 76 E	Delta:	0
	14+371,47	10568,88	12323,20	Length:	117.42	Course:	N 76 E		
CURVA TANGENTE	PI 14+488,85	10595,58	12437,54	Length:	383.74	Course:	N 73 E	Delta:	3
	14+714,10	10646,68	12656,87	Length:	219.05	Course:	N 76 E		
CURVA TANGENTE	PI 14+488,95	10595,60	12437,64	Length:	64.26	Course:	N 64 E	Delta:	8
	14+708,04	10645,30	12650,97	Length:	363.84	Course:	N 73 E		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+097,83	10758,67	13023,91	Delta:	8	Type:	LEFT		
	CC 15+083,95	10754,63	13010,67	Radius:	180.00	DOC:	31		
	PT 15+111,62	10764,69	13036,37	Length:	27.63	Tangent:	13.84		
				Mid-Ord:	0.53	External:	0.53		
CURVA TANGENTE	PI 15+162,03	10786,60	13081,78	Length:	72.48	Course:	N 49 E	Delta:	14
	15+111,62	10764,69	13036,37	Length:	27.80	Course:	N 64 E		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+139,42	10776,77	13061,41	Delta:	14	Type:	LEFT		
	CC 15+139,42	10776,77	13061,41	Radius:	180.00	DOC:	31		
	PT 15+184,42	10801,16	13099,08	Length:	45.00	Tangent:	22.62		
				Mid-Ord:	1.40	External:	1.42		
CURVA TANGENTE	PI 15+234,28	10833,27	13137,23	Length:	87.25	Course:	N 39 E	Delta:	10
	15+184,42	10801,16	13099,08	Length:	33.64	Course:	N 49 E		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+218,06	10822,83	13124,82	Delta:	10	Type:	LEFT		
	CC 15+218,06	10822,83	13124,82	Radius:	180.00	DOC:	31		
	PT 15+250,42	10845,77	13147,58	Length:	32.36	Tangent:	16.22		
				Mid-Ord:	0.73	External:	0.73		
CURVA TANGENTE	PI 15+321,45	10900,49	13192,87	Length:	192.57	Course:	N 39 E	Delta:	0
	15+250,42	10845,77	13147,58	Length:	70.14	Course:	N 39 E		
CURVA TANGENTE	PI 15+514,02	11050,05	13314,18	Length:	420.89	Course:	N 39 E	Delta:	0
	15+322,34	10901,18	13193,43	Length:	191.47	Course:	N 39 E		
CURVA TANGENTE	PI 15+934,90	11376,30	13580,08	Length:	23.40	Course:	N 44 E	Delta:	5
	15+514,23	11050,21	13314,31	Length:	412.35	Course:	N 39 E		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+926,58	11369,84	13574,82	Delta:	5	Type:	RIGHT		
	CC 15+926,58	11369,84	13574,82	Radius:	180.00	DOC:	31		
	PT 15+943,22	11382,24	13585,92	Length:	16.64	Tangent:	8.33		
				Mid-Ord:	0.19	External:	0.19		
CURVA TANGENTE	PI 15+958,30	11393,00	13596,48	Length:	31.62	Course:	N 47 E	Delta:	2
	15+943,22	11382,24	13585,92	Length:	11.06	Course:	N 44 E		
CURVA TANGENTE	PI 15+989,91	11414,55	13619,62	Length:	30.57	Course:	N 54 E	Delta:	7
	15+954,28	11390,13	13593,66	Length:	15.18	Course:	N 47 E		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+977,45	11406,08	13610,53	Delta:	7	Type:	RIGHT		
	CC 15+977,45	11406,08	13610,53	Radius:	180.00	DOC:	31		
	PT 16+002,25	11421,68	13629,78	Length:	24.80	Tangent:	12.42		
				Mid-Ord:	0.43	External:	0.43		
	PI 16+020,44	11432,11	13644,63	Length:	35.47	Course:	N 60 E	Delta:	5

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+011,28	11426,85	13637,14	Delta:	5	Type:	RIGHT
	CC 11279,53		13740,57	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+029,58	11436,59	13652,62	Length:	18.30	Tangent:	9.16
				Mid-Ord:	0.23	External:	0.23
				Chord:	18.29	Course:	N 57 E
				Es:	0.23		
CURVA TANGENTE	PI 16+055,89	11449,44	13675,58	Length:	29.00	Course:	N 65 E Delta: 4
	16+029,58	11436,59	13652,62	Length:	19.19	Course:	N 60 E
	16+048,77	11445,96	13669,37				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+048,77	11445,96	13669,37	Delta:	4	Type:	RIGHT
	CC 11288,91		13757,31	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+063,00	11452,42	13682,05	Length:	14.23	Tangent:	7.12
			Mid-Ord:	0.14	External:	0.14	
			Chord:	14.23	Course:	N 63 E	
			Es:	0.14			
CURVA TANGENTE	PI 16+084,88	11461,57	13701,92	Length:	28.54	Course:	N 73 E Delta: 7
	16+063,00	11452,42	13682,05	Length:	9.65	Course:	N 65 E
	16+072,66	11456,45	13690,82				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+072,66	11456,45	13690,82	Delta:	7	Type:	RIGHT
	CC 11292,95		13766,08	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+097,07	11465,13	13713,62	Length:	24.41	Tangent:	12.22
			Mid-Ord:	0.41	External:	0.41	
			Chord:	24.39	Course:	N 69 E	
			Es:	0.41			
CURVA TANGENTE	PI 16+113,35	11469,89	13729,22	Length:	33.51	Course:	N 81 E Delta: 8
	16+097,07	11465,13	13713,62	Length:	2.57	Course:	N 73 E
	16+099,64	11465,88	13716,07				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+099,64	11465,88	13716,07	Delta:	8	Type:	RIGHT
	CC 11293,70		13768,54	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+127,08	11471,85	13742,83	Length:	27.44	Tangent:	13.75
			Mid-Ord:	0.52	External:	0.52	
			Chord:	27.41	Course:	N 77 E	
			Es:	0.52			
CURVA TANGENTE	PI 16+146,84	11474,67	13762,38	Length:	25.93	Course:	N 86 E Delta: 4
	16+127,08	11471,85	13742,83	Length:	12.47	Course:	N 81 E
	16+139,55	11473,63	13755,17				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+139,55	11473,63	13755,17	Delta:	4	Type:	RIGHT
	CC 11295,48		13780,88	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+154,12	11475,13	13769,66	Length:	14.57	Tangent:	7.29
			Mid-Ord:	0.15	External:	0.15	
			Chord:	14.57	Course:	N 84 E	
			Es:	0.15			
CURVA TANGENTE	PI 16+172,76	11476,29	13788,26	Length:	36.28	Course:	S 89 E Delta: 18
	16+154,12	11475,13	13769,66	Length:	12.04	Course:	N 86 E
	16+166,16	11475,88	13781,68				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+166,16	11475,88	13781,68	Delta:	18	Type:	RIGHT
	CC 11296,23		13792,90	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+179,35	11476,22	13794,85	Length:	13.19	Tangent:	6.60
			Mid-Ord:	0.12	External:	0.12	
			Chord:	13.18	Course:	N 88 E	
			Es:	0.12			
CURVA TANGENTE	PI 16+209,02	11475,89	13824,53	Length:	34.27	Course:	S 80 E Delta: 9
	16+179,35	11476,22	13794,85	Length:	15.15	Course:	S 89 E
	16+194,45	11476,05	13810,00				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+194,45	11476,05	13810,00	Delta:	9	Type:	RIGHT
	CC 11296,06		13808,05	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+223,45	11473,41	13838,85	Length:	29.00	Tangent:	14.53
			Mid-Ord:	0.58	External:	0.59	
			Chord:	28.97	Course:	S 84 E	
			Es:	0.59			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 16+243,23	11470,03	13858,29	Length:	28.21	Course:	S 75 E Delta: 4
	CC 11294,00		13819,90	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+250,93	11468,07	13865,75	Length:	15.40	Tangent:	7.71
			Mid-Ord:	0.16	External:	0.16	
			Chord:	15.40	Course:	S 77 E	
			Es:	0.16			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI	16+271,43	11462,84	13885,58	Length:	28.36	Course: S 63 E	Delta: 11
	PC	16+253,15	11467,50	13867,90	Delta:	11	Type: RIGHT	
	CC		11293,44	13822,05	Radius:	180.00	DOC: 31	
	PT	16+289,58	11454,73	13901,95	Length:	36.43	Tangent: 18.28	
CURVA TANGENTE		16+289,58	11454,73	13901,95	Mid-Ord:	0.92	External: 0.93	Course: S 63 E
		16+299,01	11450,55	13910,39	Chord:	36.37	Course: S 69 E	
		16+299,01	11450,55	13910,39	Es:	0.93		
		16+300,32	11449,96	13911,57	Length:	9.42	Course: S 63 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI	16+328,03	11437,48	13936,31	Delta:	0	Type: RIGHT	Delta: 6
	PC	16+300,32	11449,96	13911,57	Radius:	180.00	DOC: 31	
	CC		11289,25	13830,49	Length:	1.31	Tangent: 0.66	
	PT	16+300,32	11449,96	13911,57	Mid-Ord:	0.00	External: 0.00	
CURVA TANGENTE		16+318,21	11441,90	13927,54	Chord:	1.31	Course: S 63 E	Delta: 6
		16+318,21	11441,90	13927,54	Es:	0.00		
		16+318,21	11441,90	13927,54	Length:	32.89	Course: S 56 E	
		16+318,21	11441,90	13927,54	Length:	17.89	Course: S 63 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI	16+360,9C	11419,56	13963,89	Delta:	6	Type: RIGHT	Delta: 8
	PC	16+337,84	11432,12	13944,55	Radius:	180.00	DOC: 31	
	CC		11281,20	13846,46	Length:	19.63	Tangent: 9.83	
	PT	16+337,84	11432,12	13944,55	Mid-Ord:	0.27	External: 0.27	
CURVA TANGENTE		16+347,71	11426,74	13952,83	Chord:	19.62	Course: S 60 E	Delta: 8
		16+347,71	11426,74	13952,83	Es:	0.27		
		16+347,71	11426,74	13952,83	Length:	182.03	Course: S 48 E	
		16+347,71	11426,74	13952,83	Length:	9.87	Course: S 56 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI	16+542,85	11299,18	14100,43	Delta:	8	Type: RIGHT	Delta: 4
	PC	16+535,67	11303,95	14095,02	Radius:	180.00	DOC: 31	
	CC		11438,97	14214,05	Length:	26.32	Tangent: 13.19	
	PT	16+535,67	11303,95	14095,02	Mid-Ord:	0.48	External: 0.48	
CURVA TANGENTE		16+542,85	11299,18	14100,43	Chord:	26.30	Course: S 52 E	Delta: 4
		16+542,85	11299,18	14100,43	Es:	0.48		
		16+542,85	11299,18	14100,43	Length:	22.08	Course: S 53 E	
		16+542,85	11299,18	14100,43	Length:	161.63	Course: S 48 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI	16+564,96	11285,95	14118,11	Delta:	4	Type: LEFT	Delta: 3
	PC	16+550,1C	11294,85	14106,21	Radius:	180.00	DOC: 31-49-52	
	CC		11438,97	14214,05	Length:	14.43	Tangent: 7.22	
	PT	16+550,1C	11294,85	14106,21	Mid-Ord:	0.14	External: 0.14	
CURVA TANGENTE		16+559,71	11289,09	14113,91	Chord:	14.43	Course: S 50 E	Delta: 3
		16+559,71	11289,09	14113,91	Es:	0.14		
		16+559,71	11289,09	14113,91	Length:	20.46	Course: S 56 E	
		16+559,71	11289,09	14113,91	Length:	9.61	Course: S 53 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI	16+585,41	11274,67	14135,18	Delta:	3	Type: LEFT	Delta: 2
	PC	16+570,2C	11283,05	14122,49	Radius:	180.00	DOC: 31	
	CC		11433,22	14221,75	Length:	10.50	Tangent: 5.25	
	PT	16+570,2C	11283,05	14122,49	Mid-Ord:	0.08	External: 0.08	
CURVA TANGENTE		16+582,11	11276,49	14132,42	Chord:	10.50	Course: S 54 E	Delta: 5
		16+582,11	11276,49	14132,42	Es:	0.08		
		16+582,11	11276,49	14132,42	Length:	25.31	Course: S 54 E	
		16+582,11	11276,49	14132,42	Length:	11.90	Course: S 56 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI	16+610,72	11259,95	14155,77	Delta:	5	Type: LEFT	Delta: 11
	PC	16+601,55	11265,26	14148,34	Radius:	180.00	DOC: 31	
	CC		11411,68	14253,04	Length:	37.59	Tangent: 9.13	
	PT	16+601,55	11265,26	14148,34	Mid-Ord:	0.23	External: 0.23	
CURVA TANGENTE		16+619,84	11255,41	14163,70	Chord:	18.24	Course: S 57 E	Delta: 11
		16+619,84	11255,41	14163,70	Es:	0.23		
		16+619,84	11255,41	14163,70	Length:	42.99	Course: S 63 E	
		16+619,84	11255,41	14163,70	Length:	23.47	Course: S 60 E	
CURVA TANGENTE		16+643,31	11243,77	14184,07				
		16+643,31	11243,77	14184,07				

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	PI 16+691,25	11222,05	14226,85	Length:	31.09	Course:	S 60 E Delta: 10
	16+696,27	11219,58	14231,18	Length:	19.04	Course:	S 60 E
	16+715,31	11210,13	14247,71				
CURVA TANGENTE	PI 16+928,16	11118,81	14439,95	Length:	41.07	Course:	S 69 E Delta: 4
	16+729,43	11203,61	14260,23	Length:	190.89	Course:	S 64 E
	16+920,32	11122,15	14432,86				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+920,32	11122,15	14432,86	Delta:	4	Type:	LEFT
	CC 11284,94	14509,67		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+935,95	11116,09	14447,31	Length:	15.67	Tangent:	7.84
				Mid-Ord:	0.17	External:	0.17
CURVA TANGENTE	PI 16+969,22	11104,58	14478,48	Length:	55.06	Course:	S 74 E Delta: 4
	16+935,95	11116,09	14447,31	Length:	25.50	Course:	S 69 E
	16+961,45	11107,25	14471,23				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+961,45	11107,25	14471,23	Delta:	4	Type:	LEFT
	CC 11276,10	14533,59		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+976,94	11102,53	14485,93	Length:	15.45	Tangent:	7.73
				Mid-Ord:	0.17	External:	0.17
CURVA TANGENTE	PI 17+024,27	11090,00	14531,57	Length:	49.45	Course:	S 79 E Delta: 6
	16+976,94	11102,53	14485,93	Length:	40.32	Course:	S 74 E
	17+017,26	11091,85	14524,81				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+017,26	11091,85	14524,81	Delta:	4	Type:	LEFT
	CC 11265,43	14572,47		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+031,27	11088,67	14538,46	Length:	14.01	Tangent:	7.01
				Mid-Ord:	0.14	External:	0.14
CURVA TANGENTE	PI 17+073,72	11080,65	14580,14	Length:	37.38	Course:	S 84 E Delta: 5
	17+031,27	11088,67	14538,46	Length:	33.22	Course:	S 79 E
	17+064,45	11082,40	14571,07				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+064,45	11082,40	14571,07	Delta:	5	Type:	LEFT
	CC 11259,15	14605,09		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+082,93	11079,84	14589,33	Length:	18.44	Tangent:	9.23
				Mid-Ord:	0.24	External:	0.24
CURVA TANGENTE	PI 17+111,07	11077,38	14617,37	Length:	23.86	Course:	S 87 E Delta: 2
	17+082,93	11079,84	14589,33	Length:	23.58	Course:	S 84 E
	17+106,51	11077,78	14612,82				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+106,51	11077,78	14612,82	Delta:	2	Type:	LEFT
	CC 11257,09	14628,58		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+115,64	11077,21	14621,93	Length:	9.12	Tangent:	4.56
				Mid-Ord:	0.06	External:	0.06
CURVA TANGENTE	PI 17+134,93	11076,50	14641,21	Length:	28.62	Course:	N 87 E Delta: 4
	17+115,64	11077,21	14621,93	Length:	11.83	Course:	S 87 E
	17+127,46	11076,77	14633,75				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 17+163,54	11077,81	14669,80	Length:	42.86	Course:	N 79 E Delta: 7
	PC 17+151,94	11077,28	14658,21	Delta:	7	Type:	LEFT
	CC 11257,09	14649,95		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+175,11	11079,83	14681,22	Length:	23.17	Tangent:	11.60
CURVA TANGENTE	17+175,11	11079,83	14681,22	Length:	30.90	Course:	N 79 E
	17+206,01	11085,20	14711,66				
	17+255,18	11093,93	14760,04	Length:	39.85	Course:	N 74 E Delta: 15
CURVA TANGENTE	17+206,73	11085,32	14712,36	Length:	40.46	Course:	N 79 E
	17+247,15	11092,51	14752,18				

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+247,15	11092,51	14752,18	Delta:	5	Type:	LEFT
	CC 17+263,15	11269,65	14720,20	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+263,15	11096,04	14767,74	Length:	15.96	Tangent:	7.98
				Mid-Ord:	0.18	External:	0.18
				Chord:	15.95	Course:	N 77 E
				Es:	0.18		
CURVA TANGENTE	PI 17+295,02	11104,45	14798,48	Length:	31.54	Course:	N 69 E
	17+263,15	11096,04	14767,74	Length:	24.22	Course:	N 74 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+287,37	11102,43	14791,10	Delta:	4	Type:	LEFT
	CC 17+302,66	11276,04	14743,56	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+302,66	11107,09	14805,65	Length:	15.28	Tangent:	7.65
				Mid-Ord:	0.16	External:	0.16
				Chord:	15.28	Course:	N 72 E
				Es:	0.16		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 17+326,54	11115,33	14828,07	Length:	34.45	Course:	N 64 E
	PC 17+317,70	11112,28	14819,78	Delta:	5	Type:	LEFT
	CC 17+335,37	11281,23	14757,69	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	17.66	Tangent:	8.84
				Mid-Ord:	0.22	External:	0.22
				Chord:	17.66	Course:	N 67 E
				Es:	0.22		
CURVA TANGENTE	PI 17+360,98	11130,32	14859,09	Length:	32.43	Course:	N 55 E
	17+335,37	11119,18	14836,03	Length:	12.70	Course:	N 64 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+348,07	11124,71	14847,47	Delta:	3	Type:	LEFT
	CC 17+373,84	11286,76	14769,12	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+373,84	11137,54	14869,79	Length:	25.78	Tangent:	12.91
				Mid-Ord:	0.46	External:	0.46
				Chord:	25.75	Course:	N 60 E
				Es:	0.46		
CURVA TANGENTE	PI 17+393,37	11148,46	14885,98	Length:	32.76	Course:	N 48 E
	17+373,84	11137,54	14869,79	Length:	7.36	Course:	N 55 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+381,21	11141,66	14875,89	Delta:	7	Type:	LEFT
	CC 17+405,45	11290,88	14775,23	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+405,45	11156,56	14895,05	Length:	24.29	Tangent:	12.16
				Mid-Ord:	0.41	External:	0.41
				Chord:	24.27	Course:	N 52 E
				Es:	0.41		
CURVA TANGENTE	PI 17+426,05	11170,27	14910,42	Length:	26.28	Course:	N 48 E
	17+405,45	11156,56	14895,05	Length:	20.49	Course:	N 48 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+425,98	11170,20	14910,34	Delta:	6	Type:	LEFT
	CC 17+442,36	11315,30	14802,57	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+442,36	11195,24	14936,68	Length:	19.99	Tangent:	10.01
				Mid-Ord:	0.28	External:	0.28
				Chord:	19.98	Course:	N 45 E
				Es:	0.28		
CURVA TANGENTE	PI 17+477,83	11206,78	14947,01	Length:	19.79	Course:	N 33 E
	17+462,35	11195,24	14936,68	Length:	1.86	Course:	N 41 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+464,22	11196,63	14937,93	Delta:	8	Type:	LEFT
	CC 17+491,40	11316,68	14803,81	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+491,40	11218,17	14954,46	Length:	27.18	Tangent:	13.62
				Mid-Ord:	0.51	External:	0.51
				Chord:	27.15	Course:	N 37 E
				Es:	0.51		
CURVA TANGENTE	PI 17+497,57	11223,34	14957,84	Length:	280.46	Course:	N 31 E
	17+491,40	11218,17	14954,46	Length:	3.44	Course:	N 33 E
CURVA TANGENTE	PI 17+494,84	11221,05	14956,34	Length:	17.48	Course:	N 35 E
	17+778,02	11462,60	15104,15	Length:	17.48	Course:	N 35 E

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA TANGENTE	17+500,25	11225,66	14959,26	Length:	271.52	Course: N 31 E
	17+771,81	11457,31	15100,91			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	17+771,81	11457,31	15100,91	Delta: 3	Type: RIGHT
	CC		11363,40	15254,47	Radius: 180.00	DOC: 31-49-52
	PT	17+784,23	11467,67	15107,74	Length: 12.42	Tangent: 6.21
					Mid-Ord: 0.11	External: 0.11
				Chord: 12.41	Course: N 33 E	
				Es: 0.11		
CURVA TANGENTE	PI	17+795,50	11476,85	15114,27	Length: 29.14	Course: N 46 E
		17+784,23	11467,67	15107,74	Length: 0.48	Course: N 35 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	17+784,71	11468,06	15108,02	Delta: 6	Type: RIGHT
	CC		11404,34	15197,69	Radius: 110.00	DOC: 52
	PT	17+806,22	11484,27	15122,11	Length: 21.51	Tangent: 10.79
					Mid-Ord: 0.53	External: 0.53
				Chord: 21.47	Course: N 40 E	
				Es: 0.53		
CURVA TANGENTE	PI	17+824,57	11496,87	15135,44	Length: 24.90	Course: N 47 E
		17+806,22	11484,27	15122,11	Length: 17.65	Course: N 46 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	17+823,86	11496,39	15134,93	Delta: 9	Type: RIGHT
	CC		11371,77	15265,23	Radius: 180.00	DOC: 31
	PT	17+864,55	11522,17	15166,33	Length: 30.24	Tangent: 15.16
					Mid-Ord: 0.63	External: 0.64
				Chord: 30.20	Course: N 51 E	
				Es: 0.64		
CURVA TANGENTE	PI	17+880,54	11530,96	15179,69	Length: 29.42	Course: N 58 E
		17+864,55	11522,17	15166,33	Length: 13.57	Course: N 56 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	17+878,12	11529,62	15177,67	Delta: 5	Type: RIGHT
	CC		11537,19	15189,74	Radius: 180.00	DOC: 31
	PT	17+927,44	11552,65	15221,16	Length: 35.08	Tangent: 17.59
					Mid-Ord: 0.85	External: 0.86
				Chord: 35.02	Course: N 63 E	
				Es: 0.86		
CURVA TANGENTE	PI	17+949,80	11560,52	15242,09	Length: 29.79	Course: N 73 E
		17+927,44	11552,65	15221,16	Length: 16.39	Course: N 69 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	17+943,83	11558,42	15236,50	Delta: 5	Type: RIGHT
	CC		11389,95	15299,90	Radius: 180.00	DOC: 31
	PT	17+955,76	11562,25	15247,80	Length: 11.93	Tangent: 5.97
					Mid-Ord: 0.10	External: 0.10
				Chord: 11.93	Course: N 71 E	
				Es: 0.10		
CURVA TANGENTE	PI	17+979,55	11569,14	15270,60	Length: 34.56	Course: N 82 E
		17+955,76	11562,25	15247,80	Length: 8.98	Course: N 73 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	17+964,74	11564,85	15256,39	Delta: 9	Type: RIGHT
	CC		11392,55	15308,49	Radius: 180.00	DOC: 31
	PT	17+994,37	11571,06	15285,32	Length: 29.62	Tangent: 14.85
					Mid-Ord: 0.61	External: 0.61
				Chord: 29.59	Course: N 77 E	
				Es: 0.61		
CURVA TANGENTE	PI	17+994,37	11571,06	15285,32	Length: 11.54	Course: N 82 E
		18+005,91	11572,54	15296,77		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC	18+005,91	11572,54	15296,77	Delta: 6	Type: RIGHT
	CC		11394,04	15319,94	Radius: 180.00	DOC: 31
	PT	18+022,24	11573,91	15313,05	Length: 16.34	Tangent: 8.17
					Mid-Ord: 0.19	External: 0.19
				Chord: 16.33	Course: N 85 E	
				Es: 0.19		
	PI	18+043,20	11574,71	15333,98	Length: 26.60	Course: S 88 E

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA TANGENTE	18+022,24	11573,91	15313,05	Length:	15.29	Course: N 87 E
	18+037,54	11574,49	15328,33			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+037,54	11574,49	15328,33	Delta:	3	Type: RIGHT
	CC 11394,62	11394,62	15335,22	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+048,86	11574,57	15339,64	Length:	11.32	Tangent: 5.66
			Mid-Ord:	0.09	External: 0.09	
			Chord:	11.32	Course: N 89 E	
			Es:	0.09		
CURVA TANGENTE	PI 18+069,75	11574,05	15360,57	Length:	238.80	Course: S 77 E Delta: 11
	18+048,86	11574,57	15339,64	Length:	3.10	Course: S 88 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+051,96	11574,49	15342,74	Delta:	11	Type: RIGHT
	CC 11394,55	11394,55	15338,32	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+087,51	11570,13	15377,97	Length:	35.55	Tangent: 17.83
			Mid-Ord:	0.88	External: 0.88	
			Chord:	35.49	Course: S 82 E	
			Es:	0.88		
CURVA TANGENTE	PI 18+308,47	11521,46	15593,50	Length:	38.96	Course: S 81 E Delta: 3
	18+087,51	11570,13	15377,97	Length:	214.91	Course: S 77 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+302,42	11522,79	15587,60	Delta:	3	Type: LEFT
	CC 11698,37	11698,37	15627,25	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+314,51	11520,52	15599,48	Length:	12.09	Tangent: 6.05
			Mid-Ord:	0.10	External: 0.10	
			Chord:	12.09	Course: S 79 E	
			Es:	0.10		
CURVA TANGENTE	PI 18+347,43	11515,45	15632,00	Length:	51.97	Course: S 84 E Delta: 3
	18+314,51	11520,52	15599,48	Length:	27.18	Course: S 81 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+341,70	11516,33	15626,34	Delta:	3	Type: LEFT
	CC 11694,17	11694,17	15654,10	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+353,15	11514,92	15637,70	Length:	11.45	Tangent: 5.73
			Mid-Ord:	0.09	External: 0.09	
			Chord:	11.45	Course: S 82 E	
			Es:	0.09		
CURVA TANGENTE	PI 18+399,35	11510,71	15683,75	Length:	25.91	Course: N 89 E Delta: 5
	18+353,15	11514,92	15637,70	Length:	37.84	Course: S 84 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+390,95	11511,47	15675,38	Delta:	5	Type: LEFT
	CC 11690,73	11690,73	15691,79	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+407,77	11510,73	15692,14	Length:	16.78	Tangent: 8.40
			Mid-Ord:	0.20	External: 0.20	
			Chord:	16.78	Course: S 87 E	
			Es:	0.20		
CURVA TANGENTE	PI 18+425,25	11510,76	15709,66	Length:	27.95	Course: N 81 E Delta: 8
	18+407,77	11510,73	15692,14	Length:	4.32	Course: N 89 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+412,05	11510,73	15696,47	Delta:	8	Type: LEFT
	CC 11690,73	11690,73	15696,11	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+438,43	11512,71	15722,70	Length:	26.33	Tangent: 13.19
			Mid-Ord:	0.48	External: 0.48	
			Chord:	26.31	Course: N 85 E	
			Es:	0.48		
CURVA TANGENTE	PI 18+453,15	11514,89	15737,30	Length:	38.25	Course: N 80 E Delta: 0
	18+438,43	11512,71	15722,70	Length:	13.73	Course: N 81 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+452,16	11514,74	15736,28	Delta:	3	Type: LEFT
	CC 11697,73	11697,73	15740,54	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+497,40	11522,31	15780,88	Length:	11.95	Tangent: 5.98
			Mid-Ord:	0.10	External: 0.10	
			Chord:	11.94	Course: N 78 E	
			Es:	0.10		
CURVA TANGENTE	PI 18+695,60	11566,72	15974,03	Length:	41.75	Course: N 76 E Delta: 0

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	18+497,4C	11522,31	15780,88	Length:	196.95	Course:	N 77 E
	18+694,3S	11566,45	15972,82				
CURVA TANGENTE	PI 18+737,3S	11576,64	16014,59	Length:	34.95	Course:	N 82 E Delta: 6
	18+696,8S	11567,02	15975,25	Length:	30.06	Course:	N 76 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+726,9C	11574,16	16004,44	Delta:	6	Type:	RIGHT
	CC 18+726,9C	11399,32	16047,21	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+747,7T	11577,94	16024,95	Length:	20.86	Tangent:	10.44
				Mid-Ord:	0.30	External:	0.30
			Chord:	20.85	Course:	N 79 E	
			Es:	0.30			
CURVA TANGENTE	PI 18+772,2T	11580,97	16049,27	Length:	50.15	Course:	N 85 E Delta: 2
	18+747,7T	11577,94	16024,95	Length:	20.77	Course:	N 82 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+768,5A	11580,50	16045,56	Delta:	2	Type:	RIGHT
	CC 18+768,5A	11401,89	16067,82	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+776,0C	11581,27	16052,98	Length:	7.46	Tangent:	3.73
				Mid-Ord:	0.04	External:	0.04
			Chord:	7.46	Course:	N 84 E	
			Es:	0.04			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+806,0A	11583,75	16082,92	Delta:	10	Type:	RIGHT
	CC 18+806,0A	11404,36	16097,76	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+838,7I	11583,48	16115,55	Length:	32.67	Tangent:	16.38
				Mid-Ord:	0.74	External:	0.74
			Chord:	32.63	Course:	S 89 E	
			Es:	0.74			
CURVA TANGENTE	PI 18+853,2T	11582,04	16130,03	Length:	39.81	Course:	S 77 E Delta: 6
	18+838,7I	11583,48	16115,55	Length:	3.98	Course:	S 84 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+842,6S	11583,09	16119,51	Delta:	6	Type:	RIGHT
	CC 18+842,6S	11403,97	16101,72	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+863,8E	11579,77	16140,36	Length:	21.13	Tangent:	10.58
				Mid-Ord:	0.31	External:	0.31
			Chord:	21.12	Course:	S 80 E	
			Es:	0.31			
CURVA TANGENTE	PI 18+893,0S	11573,50	16168,91	Length:	38.21	Course:	S 70 E Delta: 7
	18+863,8E	11579,77	16140,36	Length:	17.37	Course:	S 77 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+881,1S	11576,04	16157,33	Delta:	7	Type:	RIGHT
	CC 18+881,1S	11400,24	16118,69	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+904,8E	11569,45	16180,07	Length:	23.69	Tangent:	11.86
				Mid-Ord:	0.39	External:	0.39
			Chord:	23.68	Course:	S 73 E	
			Es:	0.39			
CURVA TANGENTE	PI 18+931,2S	11560,47	16204,84	Length:	36.94	Course:	S 55 E Delta: 14
	18+904,8E	11569,45	16180,07	Length:	3.46	Course:	S 70 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+908,3A	11568,27	16183,32	Delta:	14	Type:	RIGHT
	CC 18+908,3A	11399,06	16121,94	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+953,8E	11547,52	16223,72	Length:	45.53	Tangent:	22.89
				Mid-Ord:	1.44	External:	1.45
			Chord:	45.41	Course:	S 62 E	
			Es:	1.45			
CURVA TANGENTE	PI 18+967,9S	11539,58	16235,31	Length:	49.61	Course:	S 59 E Delta: 4
	18+953,8E	11547,52	16223,72	Length:	7.75	Course:	S 55 E
CURVA TANGENTE	PI 19+017,5S	11514,46	16278,09	Length:	111.84	Course:	S 57 E Delta: 18
	18+961,6S	11543,14	16230,11	Length:	39.85	Course:	S 59 E
CURVA TANGENTE	PI 19+129,3T	11454,17	16372,28	Length:	117.89	Course:	S 57 E Delta: 0
	19+014,0E	11516,20	16275,11	Length:	108.32	Course:	S 57 E
CURVA TANGENTE	PI 19+129,3T	11454,17	16372,28	Length:	117.89	Course:	S 57 E Delta: 0
	19+020,9S	11512,60	16280,99	Length:	108.32	Course:	S 57 E
CURVA TANGENTE	PI 19+247,2T	11390,69	16471,63	Length:	105.16	Course:	S 50 E Delta: 6
	19+014,0E	11516,20	16275,11				

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+237,01	11396,21	16462,99	Delta: 6	Type: RIGHT	
	CC 19+237,01	11244,53	16366,07	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 19+257,50	11384,22	16479,59	Length: 20.49	Tangent: 10.25	
				Mid-Ord: 0.29	External: 0.29	
CURVA TANGENTE	19+257,50	11384,22	16479,59	Chord: 20.48	Course: S 54 E	
	19+347,66	11327,36	16549,56	Es: 0.29	Length: 90.16	Course: S 50 E
CURVA TANGENTE	PI 19+445,55	11261,90	16622,34	Length: 54.47	Course: S 51 E	Delta: 3
	19+357,13	11321,20	16556,75	Length: 82.44	Course: S 47 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+439,58	11265,91	16617,91	Delta: 3	Type: LEFT	
	CC 19+439,58	11399,43	16738,62	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 19+451,53	11258,19	16627,03	Length: 11.95	Tangent: 5.98	
				Mid-Ord: 0.10	External: 0.10	
CURVA TANGENTE	19+451,53	11258,19	16627,03	Chord: 11.95	Course: S 49 E	
	19+487,71	11235,77	16655,42	Es: 0.10	Length: 44.64	Course: S 59 E
CURVA TANGENTE	PI 19+500,02	11228,13	16665,08	Length: 36.18	Course: S 51 E	Delta: 7
	19+451,53	11258,19	16627,03	Length: 36.18	Course: S 51 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+487,71	11235,77	16655,42	Delta: 7	Type: LEFT	
	CC 19+487,71	11377,01	16767,00	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 19+512,25	11221,89	16675,69	Length: 24.58	Tangent: 12.31	
				Mid-Ord: 0.42	External: 0.42	
CURVA TANGENTE	19+512,25	11221,89	16675,69	Chord: 24.56	Course: S 55 E	
	19+544,62	11205,49	16703,55	Es: 0.42	Length: 30.69	Course: S 67 E
CURVA TANGENTE	PI 19+544,62	11205,49	16703,55	Length: 19.98	Course: S 59 E	Delta: 7
	19+512,25	11221,89	16675,69	Length: 19.98	Course: S 59 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+532,27	11211,75	16692,91	Delta: 7	Type: LEFT	
	CC 19+532,27	11366,87	16784,22	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 19+556,93	11200,73	16714,95	Length: 24.66	Tangent: 12.35	
				Mid-Ord: 0.42	External: 0.42	
CURVA TANGENTE	19+556,93	11200,73	16714,95	Chord: 24.64	Course: S 63 E	
	19+575,27	11193,67	16731,88	Es: 0.42	Length: 34.20	Course: N 81 E
CURVA TANGENTE	PI 19+575,27	11193,67	16731,88	Length: 1.83	Course: S 67 E	Delta: 16
	19+556,93	11200,73	16714,95	Length: 1.83	Course: S 67 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+558,76	11200,03	16716,64	Delta: 16	Type: LEFT	
	CC 19+558,76	11255,41	16739,73	Radius: 60.00	DOC: 35	
	PT 19+590,95	11196,01	16748,22	Length: 32.23	Tangent: 16.51	
				Mid-Ord: 2.15	External: 2.23	
CURVA TANGENTE	19+590,95	11196,01	16748,22	Chord: 31.84	Course: S 82 E	
	19+608,67	11198,52	16765,73	Es: 2.23	Length: 38.97	Course: N 52 E
CURVA TANGENTE	PI 19+608,67	11198,52	16765,73	Length: 1.92	Course: N 81 E	Delta: 19
	19+590,95	11196,01	16748,22	Length: 1.92	Course: N 81 E	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+592,90	11196,28	16750,12	Delta: 19	Type: LEFT	
	CC 19+592,90	11255,68	16741,62	Radius: 60.00	DOC: 35	
	PT 19+623,74	11208,13	16778,22	Length: 30.84	Tangent: 15.77	
				Mid-Ord: 1.97	External: 2.04	
CURVA TANGENTE	19+623,74	11208,13	16778,22	Chord: 30.50	Course: N 67 E	
	19+646,95	11222,29	16796,61	Es: 2.04	Length: 54.11	Course: N 27 E
CURVA TANGENTE	PI 19+646,95	11222,29	16796,61	Length: 20	Course: N 27 E	Delta: 20
	19+623,88	11208,22	16778,33	Delta: 20	Type: LEFT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+623,88	11291,42	16714,28	Radius: 105.00	DOC: 34	
	CC 19+623,88	11291,42	16714,28	Length: 45.42	Tangent: 23.07	
	PT 19+669,30	11242,73	16807,31	Mid-Ord: 2.45	External: 2.50	
				Chord: 45.07	Course: N 40 E	
CURVA TANGENTE	19+669,30	11242,73	16807,31	Es: 2.50	Length: 25.54	Course: N 27 E
	19+694,83	11265,36	16819,15	Length: 25.54	Course: N 27 E	

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHC

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+694,83	11265,36	16819,15	Delta:	3	Type:	LEFT
	CC	11348,82	16659,67	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 19+705,83	11275,25	16823,95	Length:	10.99	Tangent:	5.50
				Mid-Ord:	0.08	External:	0.08
				Chord:	10.99	Course:	N 25 E
				Es:	0.08		
CURVA TANGENTE	PI 19+771,53	11335,20	16850,80	Length:	190.77	Course:	N 20 E
	19+705,83	11275,25	16823,95	Length:	59.44	Course:	N 24 E
CURVA TANGENTE	19+765,26	11329,49	16848,24				
	19+777,75	11341,08	16852,96	Length:	184.51	Course:	N 20 E
	19+962,29	11514,31	16916,49				

**ANEXO 1.3**  
**ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN				
CURVA TANGENTE	PI 0+218,46	22158,24	8483,10	Length:	327.73	Course:	S 08 W	Delta: 10
	0+000,00	22365,13	8553,26	Length:	201.73	Course:	S 18 W	
	0+201,73	22174,08	8488,47					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 0+201,73	22174,08	8488,47	Delta:	10	Type:	LEFT	
	CC 22116,27	8658,94		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 0+235,09	22141,69	8480,74	Length:	33.35	Tangent:	16.72	
				Mid-Ord:	0.77	External:	0.78	
CURVA TANGENTE	PI 0+546,10	21833,79	8436,83	Length:	125.87	Course:	S 07 E	Delta: 16
	0+235,09	22141,69	8480,74	Length:	285.60	Course:	S 08 W	
	0+520,69	21858,95	8440,41					
	PC 0+520,69	21858,95	8440,41	Delta:	16	Type:	LEFT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 21833,53	8618,61		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 0+571,17	21808,62	8440,34	Length:	50.49	Tangent:	25.41	
				Chord:	50.32	Course:	S 04 W	
				Es:	1.78			
CURVA TANGENTE	PI 0+671,63	21709,14	8454,24	Length:	815.40	Course:	S 16 E	Delta: 8
	0+571,17	21808,62	8440,34	Length:	87.03	Course:	S 07 E	
	0+658,20	21722,43	8452,38					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 0+658,20	21722,43	8452,38	Delta:	8	Type:	LEFT	
	CC 21747,34	8630,65		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 0+685,00	21696,26	8458,05	Length:	26.80	Tangent:	13.42	
				Mid-Ord:	0.50	Course:	0.50	
CURVA TANGENTE	PI 1+486,98	20927,25	8685,62	Length:	1850.77	Course:	S 19 E	Delta: 2
	0+685,00	21696,26	8458,05	Length:	797.91	Course:	S 16 E	
	1+482,91	20931,15	8684,46					
	PI 3+337,75	19178,11	9290,47	Length:	137.52	Course:	S 16 E	
CURVA TANGENTE	1+491,05	20923,40	8686,95	Length:	1842.06	Course:	S 19 E	Delta: 2
	3+333,11	19182,49	9288,95					
	PI 3+475,26	19046,00	9328,66	Length:	1541.40	Course:	S 09 W	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	3+342,39	19173,65	9291,76	Length:	92.51	Course:	S 16 E	Delta: 25
	3+434,90	19084,77	9317,45	Delta:	25	Type:	RIGHT	
	CC 19034,79	9144,53		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 3+514,31	19006,15	9322,23	Length:	79.41	Tangent:	40.36	
CURVA TANGENTE	PI 5+015,35	17524,24	9083,38	Length:	153.18	Course:	S 04 E	Delta: 13
	3+514,31	19006,15	9322,23	Length:	1479.41	Course:	S 09 W	
	4+993,72	17545,59	9086,82					
	PC 4+993,72	17545,59	9086,82	Delta:	13	Type:	LEFT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 17516,95	9264,52		Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 5+036,76	17502,69	9085,09	Length:	43.04	Tangent:	21.62	
				Mid-Ord:	1.28	External:	1.29	
				Chord:	42.93	Course:	S 02 W	
CURVA TANGENTE	5+036,76	17502,69	9085,09	Length:	122.51	Course:	S 04 E	
	5+159,27	17380,57	9094,79					
	PI 5+324,07	17218,29	9123,36	Length:	141.50	Course:	S 14 E	
CURVA TANGENTE	5+177,35	17362,64	9097,13	Length:	139.91	Course:	S 10 E	Delta: 4
	5+317,26	17224,99	9122,14					

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 5+317,26	17224,99	9122,14	Delta: 4	Type: LEFT	
	CC 17257,17	9299,24		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 5+330,87	17211,71	9125,08	Length: 13.61	Tangent: 6.81	
				Mid-Ord: 0.13	External: 0.13	
				Chord: 13.60	Course: S 12 E	
				Es: 0.13		
CURVA TANGENTE	PI 5+465,56	17081,38	9159,10	Length: 186.66	Course: S 36 E	Delta: 21
	5+330,87	17211,71	9125,08	Length: 100.50	Course: S 14 E	
	5+431,36	17114,47	9150,46			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 5+431,36	17114,47	9150,46	Delta: 21	Type: LEFT	
	CC 17159,93	9324,62		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 5+498,95	17053,77	9179,27	Length: 67.58	Tangent: 34.19	
				Mid-Ord: 3.16	External: 3.22	
				Chord: 67.19	Course: S 25 E	
				Es: 3.22		
CURVA TANGENTE	PI 5+651,42	16930,64	9269,19	Length: 527.30	Course: S 43 E	Delta: 7
	5+498,95	17053,77	9179,27	Length: 140.24	Course: S 36 E	
	5+639,19	16940,51	9261,98			
CURVA TANGENTE	PI 6+178,68	16550,78	9634,92	Length: 1592.57	Course: S 44 E	Delta: 6
	5+663,60	16921,83	9277,67	Length: 513.38	Course: S 43 E	
	6+176,98	16552,01	9633,74			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 6+176,98	16552,01	9633,74	Delta: 3	Type: LEFT	
	CC 16676,85	9763,41		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 6+180,38	16549,58	9636,12	Length: 3.40	Tangent: 1.70	
				Mid-Ord: 0.01	External: 0.01	
				Chord: 3.40	Course: S 44 E	
				Es: 0.01		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 7+771,26	15424,61	10760,98	Length: 390.93	Course: S 37 E	Delta: 7
	PC 7+759,66	15432,81	10752,79	Delta: 7	Type: RIGHT	
	CC 15305,53	10625,50		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 7+782,82	15415,42	10768,06	Length: 23.16	Tangent: 11.59	
				Mid-Ord: 0.37	External: 0.37	
				Chord: 23.14	Course: S 41 E	
				Es: 0.37		
CURVA TANGENTE	PI 8+162,16	15114,98	10999,65	Length: 329.79	Course: S 41 E	Delta: 4
	7+782,82	15415,42	10768,06	Length: 372.51	Course: S 37 E	
	8+155,33	15120,39	10995,48			
CURVA TANGENTE	PI 8+491,94	14869,80	11220,21	Length: 174.60	Course: S 41 E	Delta: 0
	8+168,98	15109,90	11004,22	Length: 322.96	Course: S 41 E	
	8+491,94	14869,80	11220,21			
CURVA TANGENTE	PI 8+666,54	14739,99	11336,98	Length: 131.54	Course: S 61 E	Delta: 19
	8+491,94	14869,80	11220,21	Length: 143.78	Course: S 42 E	
	8+635,72	14762,90	11316,37			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+635,72	14762,90	11316,37	Delta: 19	Type: LEFT	
	CC 14883,28	11450,19		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 8+696,77	14725,24	11364,04	Length: 61.05	Tangent: 30.82	
				Mid-Ord: 2.58	External: 2.62	
				Chord: 60.76	Course: S 51 E	
				Es: 2.62		
CURVA TANGENTE	PI 8+797,49	14677,04	11452,47	Length: 151.63	Course: S 68 E	Delta: 6
	8+696,77	14725,24	11364,04	Length: 90.06	Course: S 61 E	
	8+786,84	14682,13	11443,12			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 8+786,84	14682,13	11443,12	Delta: 6	Type: LEFT	
	CC 14840,18	11529,27		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 8+808,11	14673,08	11462,36	Length: 21.28	Tangent: 10.65	
				Mid-Ord: 0.31	External: 0.31	
				Chord: 21.26	Course: S 64 E	
				Es: 0.31		
CURVA TANGENTE	PI 8+949,09	14620,67	11593,24	Length: 523.03	Course: S 73 E	Delta: 5
	8+808,11	14673,08	11462,36	Length: 132.06	Course: S 68 E	
	8+940,17	14623,99	11584,96			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	PI 9+472,11	14475,20	12095,63	Length:	159.43	Course:	S 57 E Delta: 16
	8+958,00	14618,19	11601,80	Length:	488.42	Course:	S 73 E
	9+446,42	14482,35	12070,96				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+446,42	14482,35	12070,96	Delta:	16	Type:	RIGHT
	CC 14309,45	14309,45	12020,89	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 9+497,45	14461,44	12117,32	Length:	51.03	Tangent:	25.69
				Mid-Ord:	1.81	External:	1.82
			Chord:	50.86	Course:	S 65 E	
			Es:	1.82			
CURVA TANGENTE	PI 9+631,20	14389,79	12230,26	Length:	161.19	Course:	S 43 E Delta: 3
	9+497,45	14461,44	12117,32	Length:	111.56	Course:	S 57 E
	9+609,01	14401,68	12211,53				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+609,01	14401,68	12211,53	Delta:	3	Type:	RIGHT
	CC 14249,68	14249,68	12115,10	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 9+653,15	14373,72	12245,54	Length:	44.14	Tangent:	22.18
				Mid-Ord:	1.35	External:	1.36
			Chord:	44.03	Course:	S 50 E	
			Es:	1.36			
CURVA TANGENTE	PI 9+792,17	14272,98	12341,33	Length:	199.10	Course:	S 35 E Delta: 14
	9+653,15	14373,72	12245,54	Length:	126.15	Course:	S 43 E
	9+779,30	14282,30	12332,46				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+779,30	14282,30	12332,46	Delta:	14	Type:	RIGHT
	CC 14158,27	14158,27	12202,02	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 9+804,99	14262,49	12348,78	Length:	25.69	Tangent:	12.87
				Mid-Ord:	0.46	External:	0.46
			Chord:	25.67	Course:	S 39 E	
			Es:	0.46			
CURVA TANGENTE	PI 9+991,22	14110,65	12456,61	Length:	760.35	Course:	S 22 E Delta: 12
	9+804,99	14262,49	12348,78	Length:	165.75	Course:	S 35 E
	9+970,74	14127,35	12444,75				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 9+970,74	14127,35	12444,75	Delta:	12	Type:	RIGHT
	CC 14023,13	14023,13	12297,99	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 10+011,53	14091,71	12464,41	Length:	40.79	Tangent:	20.48
				Mid-Ord:	1.15	External:	1.16
			Chord:	40.70	Course:	S 28 E	
			Es:	1.16			
CURVA TANGENTE	PI 10+751,40	13407,65	12746,31	Length:	231.64	Course:	S 02 E Delta: 19
	10+011,53	14091,71	12464,41	Length:	708.74	Course:	S 22 E
	10+720,26	13436,44	12734,45				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 10+982,42	13176,29	12757,52	Length:	110.07	Course:	S 12 W Delta: 14
	CC 13199,73	13199,73	12756,38	Delta:	14	Type:	RIGHT
	PT 11+005,63	13153,33	12752,60	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	46.68	Tangent:	23.47
			Mid-Ord:	1.51 E	External:	1.52	
			Chord:	46.55	Course:	S 04 W	
			Es:	1.52			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 11+092,23	13068,66	12734,47	Length:	86.59	Course:	S 30 W Delta: 18
	PC 11+063,27	13096,97	12740,53	Delta:	18	Type:	RIGHT
	CC 13134,67	13134,67	12564,52	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 11+120,69	13043,68	12719,83	Length:	57.42	Tangent:	28.95
Mid-Ord:				2.28	H216xterr	2.31	
			Chord:	57.17	Course:	S 21 W	
			Es:	2.31			
CURVA TANGENTE	PI 11+178,33	12993,94	12690,70	Length:	691.68	Course:	S 48 W Delta: 18
	11+120,69	13043,68	12719,83	Length:	28.66	Course:	S 30 W
	11+149,35	13018,95	12705,35				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 11+149,35	13018,95	12705,35	Delta:	18	Type:	RIGHT
	CC 13109,94	13109,94	12550,04	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 11+206,82	12974,80	12668,94	Length:	57.47	Tangent:	28.98
				Mid-Ord:	2.29	External:	2.32
			Chord:	57.23	Course:	S 39 W	
			Es:	2.32			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	PI 11+869,52	12537,04	12171,40	Length:	178.23	Course:	S 42 W Delta: 4
	11+879,20	12529,89	12164,85	Length:	137.76	Course:	S 42 W
	12+016,96	12428,30	12071,81				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+016,96	12428,30	12071,81	Delta:	19	Type:	LEFT
	CC 12+077,91	12306,73	12204,54	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	60.95	Tangent:	30.77
				Mid-Ord:	2.57	External:	2.61
			Chord:	60.66	Course:	S 32 W	
			Es:	2.61			
CURVA TANGENTE	PI 12+096,53	12360,18	12031,66	Length:	79.77	Course:	S 19 W Delta: 3
	12+077,91	12377,31	12038,96	Length:	13.24	Course:	S 23 W
	12+091,15	12365,13	12033,77				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+091,15	12365,13	12033,77	Delta:	3	Type:	LEFT
	CC 12+101,91	12294,55	12199,35	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	10.76	Tangent:	5.38
				Mid-Ord:	0.08	External:	0.08
			Chord:	10.76	Course:	S 21 W	
			Es:	0.08			
CURVA TANGENTE	PI 12+176,30	12285,05	12004,82	Length:	146.88	Course:	S 07 W Delta: 12
	12+101,91	12355,11	12029,85	Length:	55.02	Course:	S 19 W
	12+156,93	12303,30	12011,34				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+156,93	12303,30	12011,34	Delta:	12	Type:	LEFT
	CC 12+195,52	12242,74	12180,84	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	38.59	Tangent:	19.37
				Mid-Ord:	1.03	External:	1.04
			Chord:	38.52	Course:	S 13 W	
			Es:	1.04			
CURVA TANGENTE	12+195,52	12265,84	12002,33	Length:	126.29	Course:	S 07 W
	12+321,81	12140,60	11986,12				
CURVA TANGENTE	PI 12+520,34	11943,39	11963,28	Length:	41.63	Course:	S 03 W Delta: 3
	12+324,25	12138,18	11985,82	Length:	190.57	Course:	S 06 W
	12+514,81	11948,88	11963,92				
CURVA TANGENTE	PI 12+561,97	11901,81	11961,04	Length:	156.72	Course:	S 10 W Delta: 7
	12+525,86	11937,87	11962,99	Length:	23.94	Course:	S 03 W
	12+549,80	11913,97	11961,70				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 12+549,80	11913,97	11961,70	Delta:	7	Type:	RIGHT
	CC 12+574,11	11923,65	11781,96	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	24.31	Tangent:	12.17
				Mid-Ord:	0.41	External:	0.41
			Chord:	24.29	Course:	S 06 W	
			Es:	0.41			
CURVA TANGENTE	PI 12+718,65	11747,88	11931,62	Length:	164.61	Course:	S 12 W Delta: 1
	12+574,11	11889,86	11958,76	Length:	142.41	Course:	S 10 W
	12+716,52	11749,98	11932,02				
CURVA TANGENTE	PI 13+038,44	11434,93	11865,89	Length:	166.42	Course:	S 13 W Delta: 1
	12+884,29	11585,97	11896,69	Length:	151.52	Course:	S 11 W
	13+035,81	11437,51	11866,41				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+035,81	11437,51	11866,41	Delta:	1	Type:	RIGHT
	CC 13+041,07	11473,48	11690,04	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	5.26	Tangent:	2.63
				Mid-Ord:	0.02	External:	0.02
			Chord:	5.26	Course:	S 12 W	
			Es:	0.02			
CURVA TANGENTE	PI 13+204,86	11272,91	11827,88	Length:	197.24	Course:	S 11 W Delta: 4
	13+041,07	11432,37	11865,28	Length:	161.89	Course:	S 13 W
	13+202,96	11274,76	11828,31				
CURVA TANGENTE	PI 13+402,10	11079,97	11786,89	Length:	163.81	Course:	S 11 W Delta: 0
	13+206,75	11271,05	11827,49	Length:	194.98	Course:	S 11 W
	13+401,74	11080,33	11786,97				
CURVA TANGENTE	PI 13+565,91	10919,60	11753,50	Length:	63.81	Course:	S 02 W Delta: 9
	13+402,46	11079,61	11786,82	Length:	148.44	Course:	S 11 W
	13+550,91	10934,29	11756,56				

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+550,91	10934,29	11756,56	Delta: 9	Type: LEFT	
	CC 10897,60	11932,78		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+580,85	10904,60	11752,92	Length: 29.94	Tangent: 15.01	
				Mid-Ord: 0.62	External: 0.62	
CURVA TANGENTE	PI 13+629,65	10855,84	11751,02	Length: 45.15	Course: S 03 E	Delta: 5
	13+580,85	10904,60	11752,92	Length: 39.42	Course: S 02 W	
	13+620,27	10865,21	11751,38			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+620,27	10865,21	11751,38	Delta: 5	Type: LEFT	
	CC 10858,20	11931,24		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+639,02	10846,47	11751,63	Length: 18.75	Tangent: 9.38	
				Mid-Ord: 0.24	External: 0.24	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 13+674,79	10810,78	11753,96	Length: 12.38	Course: S 14 E	Delta: 10
	PC 13+663,37	10822,17	11753,21	Delta: 10	Type: LEFT	
	CC 10830,38	11878,95		Radius: 126.00	DOC: 45	
	PT 13+686,15	10799,70	11756,74	Length: 22.77	Tangent: 11.42	
				Mid-Ord: 0.51 E	External: 0.52	
CURVA TANGENTE	PI 13+712,12	10775,61	11766,41	Length: 59.53	Course: S 23 E	Delta: 1
	13+687,81	10798,12	11757,24	Length: 22.21	Course: S 22 E	
	13+710,03	10777,54	11765,62			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+710,03	10777,54	11765,62	Delta: 1	Type: LEFT	
	CC 10845,45	11932,32		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+714,20	10773,70	11767,24	Length: 4.18	Tangent: 2.09	
				Mid-Ord: 0.01	External: 0.01	
CURVA TANGENTE	13+714,20	10773,70	11767,24	Length: 41.66	Course: S 23 E	
	13+755,86	10735,49	11783,85			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+755,86	10735,49	11783,85	Delta: 4	Type: LEFT	
	CC 10807,25	11948,93		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+787,35	10707,86	11798,86	Length: 31.49	Tangent: 15.78	
			Mid-Ord: 0.69	External: 0.69		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 13+801,16	10696,34	11806,48	Length: 27.96	Course: S 41 E	Delta: 7
	PC 13+789,09	10706,40	11799,82	Delta: 7	Type: LEFT	
	CC 10805,80	11949,89		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+813,19	10687,26	11814,43	Length: 24.10	Tangent: 12.07	
				Mid-Ord: 0.40	External: 0.40	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 13+829,08	10675,30	11824,89	Length: 63.72	Course: S 50 E	Delta: 9
	PC 13+814,34	10686,39	11815,19	Delta: 9	Type: LEFT	
	CC 10804,93	11950,64		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+843,76	10665,94	11836,28	Length: 29.42	Tangent: 14.74	
			Mid-Ord: 0.60	External: 0.60		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 13+892,73	10634,82	11874,10	Length: 54.20	Course: S 62 E	Delta: 1
	PC 13+873,69	10646,92	11859,39	Delta: 19096	Type: LEFT	
	CC 10785,92	11973,75		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+911,64	10626,06	11891,01	Length: 37.95	Tangent: 19.05	
				Mid-Ord: 1.00	External: 1.00	
CURVA TANGENTE	PI 13+946,79	10609,90	11922,23	Length: 54.02	Course: S 70 E	Delta: 7
	13+911,64	10626,06	11891,01	Length: 23.26	Course: S 62 E	
	13+934,90	10615,37	11911,67			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 13+934,90	10615,37	11911,67	Delta: 7	Type: LEFT	
	CC 10775,23	11994,41		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 13+958,66	10605,87	11933,43	Length: 23.76	Tangent: 11.90	
				Mid-Ord: 0.39	External: 0.39	
				Chord: 23.75	Course: S 66 E	
				Es: 0.39		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 14+000,78	10591,60	11973,06	Length: 63.30	Course: S 79 E	Delta: 9
	PC 13+986,13	10596,57	11959,27	Delta: 9	Type: LEFT	
	CC 10765,92	12020,25		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 14+015,37	10588,93	11987,47	Length: 29.25	Tangent: 14.66	
				Mid-Ord: 0.59	External: 0.60	
				Chord: 29.21	Course: S 74 E	
				Es: 0.60		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 14+064,02	10580,07	12035,30	Length: 99.58	Course: S 86 E	Delta: 7
	PC 14+052,46	10582,18	12023,94	Delta: 7	Type: LEFT	
	CC 10759,17	12056,72		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 14+075,55	10579,44	12046,85	Length: 23.09	Tangent: 11.56	
				Mid-Ord: 0.37	External: 0.37	
				Chord: 23.07	Course: S 83 E	
				Es: 0.37		
CURVA TANGENTE	PI 14+163,57	10574,61	12134,74	Length: 87.38	Course: N 88 E	Delta: 4
	14+075,55	10579,44	12046,85	Length: 80.52	Course: S 86 E	
	14+156,07	10575,02	12127,25	Delta: 4	Type: LEFT	
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+156,07	10575,02	12127,25	Radius: 180.00	DOC: 31	
	CC 10754,75	12137,12		Length: 14.99	Tangent: 7.50	
	PT 14+171,06	10574,83	12142,23	Mid-Ord: 0.16	External: 0.16	
				Chord: 14.99	Course: S 89 E	
				Es: 0.16		
CURVA TANGENTE	PI 14+250,94	10577,10	12222,08	Length: 48.42	Course: S 85 E	Delta: 5
	14+171,06	10574,83	12142,23	Length: 70.68	Course: N 88 E	
	14+241,74	10576,83	12212,88			
CURVA TANGENTE	PI 14+299,34	10573,53	12270,37	Length: 34.98	Course: N 87 E	Delta: 6
	14+260,13	10576,42	12231,26	Length: 28.84	Course: S 85 E	
	14+288,97	10574,29	12260,02			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+288,97	10574,29	12260,02	Delta: 6	Type: LEFT	
	CC 10753,80	12273,28		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 14+309,70	10573,96	12280,74	Length: 20.73	Tangent: 10.38	
				Mid-Ord: 0.30	External: 0.30	
				Chord: 20.72	Course: S 89 E	
				Es: 0.30		
CURVA TANGENTE	PI 14+334,30	10574,98	12305,32	Length: 133.49	Course: N 76 E	Delta: 10
	14+309,70	10573,96	12280,74	Length: 7.64	Course: N 87 E	
	14+317,34	10574,27	12288,37			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 14+317,34	10574,27	12288,37	Delta: 10	Type: LEFT	
	CC 10754,12	12280,91		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 14+351,17	10578,83	12321,85	Length: 33.84	Tangent: 16.97	
				Mid-Ord: 0.79	External: 0.80	
				Chord: 33.79	Course: N 82 E	
				Es: 0.80		
CURVA TANGENTE	PI 14+467,69	10605,33	12435,32	Length: 224.82	Course: N 76 E	Delta: 0
	14+351,17	10578,83	12321,85	Length: 116.47	Course: N 76 E	
	14+467,65	10605,32	12435,27			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 14+692,52	10656,34	12654,28	Length: 382.63	Course: N 73 E	Delta: 3
	PC 14+686,46	10654,97	12648,38	Delta: 3	Type: LEFT	
	CC 10830,27	12607,54		Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 14+698,57	10658,11	12660,07	Length: 12.11	Tangent: 6.06	
				Mid-Ord: 0.10	External: 0.10	
				Chord: 12.11	Course: N 74 E	
				Es: 0.10		
CURVA TANGENTE	PI 15+075,15	10768,01	13020,25	Length: 62.23	Course: N 64 E	Delta: 8
	14+698,57	10658,11	12660,07	Length: 362.73	Course: N 73 E	
	15+061,31	10763,97	13007,01			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+061,31	10763,97	13007,01	Delta:	8	Type:	LEFT
	CC 10936,13	10936,13	12954,48	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 15+088,93	10774,03	13032,72	Length:	27.63	Tangent:	13.84
				Mid-Ord:	0.53	External:	0.53
				Chord:	27.60	Course:	N 68 E
				Es:	0.53		
CURVA TANGENTE	PI 15+137,33	10795,06	13076,30	Length:	70.33	Course:	N 49 E Delta: 14
	15+088,93	10774,03	13032,72	Length:	25.78	Course:	N 64 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+114,71	10785,23	13055,93	Delta:	14	Type:	LEFT
	CC 10947,34	10947,34	12977,70	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 15+159,71	10809,62	13093,60	Length:	45.00	Tangent:	22.62
				Mid-Ord:	1.40	External:	1.42
				Chord:	44.88	Course:	N 57 E
				Es:	1.42		
CURVA TANGENTE	PI 15+207,42	10840,34	13130,11	Length:	86.30	Course:	N 39 E Delta: 10
	15+159,71	10809,62	13093,60	Length:	31.48	Course:	49-54-51 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+191,19	10829,90	13117,69	Delta:	10	Type:	LEFT
	CC 10967,61	10967,61	13001,78	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 15+223,55	10852,84	13140,45	Length:	32.36	Tangent:	16.22
				Mid-Ord:	0.73	External:	0.73
				Chord:	32.32	Course:	N 44 E
				Es:	0.73		
CURVA TANGENTE	PI 15+293,63	10906,83	13185,13	Length:	192.53	Course:	N 39 E Delta: 0
	15+223,55	10852,84	13140,45	Length:	69.19	Course:	N 39 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+292,74	10906,14	13184,57	Delta:	0	Type:	LEFT
	CC 11020,91	11020,91	13045,90	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 15+294,52	10907,52	13185,69	Length:	1.78	Tangent:	0.89
				Mid-Ord:	0.00	External:	0.00
				Chord:	1.78	Course:	N 39 E
				Es:	0.00		
CURVA TANGENTE	PI 15+486,16	11056,36	13306,42	Length:	421.36	Course:	N 39 E Delta: 0
	15+294,52	10907,52	13185,69	Length:	191.43	Course:	N 39 E
CURVA TANGENTE	PI 15+907,52	11382,98	13572,62	Length:	24.09	Course:	N 44 E Delta: 5
	15+486,37	11056,52	13306,55	Length:	412.82	Course:	N 39 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+899,20	11376,52	13567,36	Delta:	5	Type:	RIGHT
	CC 11262,80	11262,80	13706,89	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 15+915,84	11388,92	13578,46	Length:	16.64	Tangent:	8.33
				Mid-Ord:	0.19	External:	0.19
				Chord:	16.64	Course:	N 41 E
				Es:	0.19		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 15+931,60	11400,16	13589,50	Length:	32.53	Course:	N 47 E Delta: 2
	PC 15+927,58	11397,30	13586,69	Delta:	2	Type:	RIGHT
	CC 11271,18	11271,18	13715,12	Radius:	180.00	DOC:	31
				Length:	8.03	Tangent:	4.02
				Mid-Ord:	0.04	External:	0.04
				Chord:	8.03	Course:	N 45 E
				Es:	0.04		
CURVA TANGENTE	PI 15+964,13	11422,33	13613,30	Length:	31.77	Course:	N 54 E Delta: 7
	15+935,62	11402,90	13592,44	Length:	16.09	Course:	N 47 E
CURVA TANGENTE	PI 15+995,86	11440,59	13639,30	Length:	36.37	Course:	N 60 E Delta: 5
	15+976,51	11429,47	13623,47	Length:	10.19	Course:	N 54 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 15+986,70	11435,33	13631,81	Delta:	5	Type:	RIGHT
	CC 11288,01	11288,01	13735,24	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+005,00	11445,06	13647,29	Length:	18.30	Tangent:	9.16
				Mid-Ord:	0.23	External:	0.23
				Chord:	18.29	Course:	N 57 E
				Es:	0.23		

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA TANGENTE	PI 16+032,21	11458,36	13671,04	Length:	30.07	Course: N 65 E Delta: 4
	16+005,00	11445,06	13647,29	Length:	20.10	Course: N 60 E
	16+025,10	11454,88	13664,83			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+025,10	11454,88	13664,83	Delta:	4	Type: RIGHT
	CC 11297,83	11297,83	13752,77	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 16+039,33	11461,34	13677,51	Length:	14.23	Tangent: 7.12
				Mid-Ord:	0.14	External: 0.14
CURVA TANGENTE	16+039,33	11461,34	13677,51	Length:	10.73	Course: N 65 E
	16+050,06	11465,82	13687,25			
	16+050,06	11465,82	13687,25	Delta:	7	Type: RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11302,31	11302,31	13762,52	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 16+074,47	11474,50	13710,05	Length:	24.41	Tangent: 12.22
				Mid-Ord:	0.41	External: 0.41
				Chord:	24.39	Course: N 69 E
CURVA TANGENTE	16+074,47	11474,50	13710,05	Length:	4.01	Course: N 73 E
	16+078,48	11475,67	13713,89			
	16+078,48	11475,67	13713,89	Delta:	8	Type: RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11303,48	11303,48	13766,36	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 16+105,92	11481,64	13740,64	Length:	27.44	Tangent: 13.75
				Mid-Ord:	0.52	External: 0.52
				Chord:	27.41	Course: N 77 E
CURVA TANGENTE	16+105,92	11481,64	13740,64	Length:	0.52	Course: N 77 E
	16+126,85	11484,63	13761,36	Length:	26.70	Course: N 86 E Delta: 4
	16+105,92	11481,64	13740,64	Length:	13.64	Course: N 81 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+119,56	11483,59	13754,14	Delta:	4	Type: RIGHT
	CC 11305,43	11305,43	13779,86	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 16+134,13	11485,08	13768,63	Length:	14.57	Tangent: 7.29
				Mid-Ord:	0.15	External: 0.15
CURVA TANGENTE	16+134,13	11485,08	13768,63	Length:	14.57	Course: N 84 E
	16+153,53	11486,29	13788,00	Length:	37.45	Course: S 89 E Delta: 1
	16+134,13	11485,08	13768,63	Length:	12.81	Course: N 86 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+146,94	11485,88	13781,42	Delta:	18	Type: RIGHT
	CC 11306,23	11306,23	13792,64	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 16+160,13	11486,22	13794,60	Length:	13.19	Tangent: 6.60
				Mid-Ord:	0.12	External: 0.12
CURVA TANGENTE	16+160,13	11486,22	13794,60	Length:	13.18	Course: N 88 E
	16+190,98	11485,89	13825,45	Length:	35.50	Course: S 80 E Delta: 9
	16+160,13	11486,22	13794,60	Length:	16.32	Course: S 89 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+176,45	11486,04	13810,92	Delta:	9	Type: RIGHT
	CC 11306,05	11306,05	13808,96	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 16+205,45	11483,40	13839,76	Length:	29.00	Tangent: 14.53
				Mid-Ord:	0.58	External: 0.59
CURVA TANGENTE	16+205,45	11483,40	13839,76	Length:	28.97	Course: S 84 E
	16+218,71	11481,13	13852,83	Length:	0.59	Course: S 84 E
	16+218,71	11481,13	13852,83	Length:	29.66	Course: S 75 E Delta: 4
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+218,71	11481,13	13852,83	Delta:	4	Type: RIGHT
	CC 11303,78	11303,78	13822,03	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 16+234,12	11477,85	13867,88	Length:	15.40	Tangent: 7.71
				Mid-Ord:	0.16	External: 0.16
CURVA TANGENTE	16+234,12	11477,85	13867,88	Length:	15.40	Course: S 77 E
	16+237,79	11476,91	13871,43	Length:	0.16	Course: S 77 E
	16+256,06	11472,26	13889,10	Length:	29.41	Course: S 63 E Delta: 11
CURVA TANGENTE	16+234,12	11477,85	13867,88	Length:	3.67	Course: S 75 E
	16+237,79	11476,91	13871,43	Length:	3.67	Course: S 75 E

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+237,79	11476,91	13871,43	Delta:	11	Type:	RIGHT
	CC 11302,85		13825,58	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+274,22	11464,14	13905,48	Length:	36.43	Tangent:	18.28
				Mid-Ord:	0.92	External:	0.93
				Chord:	36.37	Course:	S 69 E
				Es:	0.93		
CURVA TANGENTE	PI 16+285,35	11459,20	13915,46	Length:	28.95	Course:	S 63 E Delta: 0
	16+286,00	11458,91	13916,04	Length:	18.47	Course:	S 63 E
	16+304,47	11450,59	13932,53				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+304,47	11450,59	13932,53	Delta:	6	Type:	RIGHT
	CC 11289,88		13851,45	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+324,11	11440,81	13949,55	Length:	19.63	Tangent:	9.83
				Mid-Ord:	0.27	External:	0.27
				Chord:	19.62	Course:	S 60 E
				Es:	0.27		
CURVA TANGENTE	PI 16+348,45	11427,54	13969,95	Length:	182.37	Course:	S 48 E Delta: 8
	16+324,11	11440,81	13949,55	Length:	11.15	Course:	S 56 E
	16+335,26	11434,73	13958,90				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+335,26	11434,73	13958,90	Delta:	8	Type:	RIGHT
	CC 11283,80		13860,81	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+361,58	11418,82	13979,84	Length:	26.32	Tangent:	13.19
				Mid-Ord:	0.48	External:	0.48
				Chord:	26.30	Course:	S 52 E
				Es:	0.48		
CURVA TANGENTE	PI 16+530,76	11306,94	14106,75	Length:	21.39	Course:	S 53 E Delta: 4
	16+361,58	11418,82	13979,84	Length:	161.96	Course:	S 48 E
	16+523,54	11311,72	14101,33				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+523,54	11311,72	14101,33	Delta:	4	Type:	LEFT
	CC 11446,74		14220,37	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+537,98	11302,62	14112,53	Length:	14.43	Tangent:	7.22
				Mid-Ord:	0.14	External:	0.14
				Chord:	14.43	Course:	S 50 E
				Es:	0.14		
CURVA TANGENTE	PI 16+552,14	11294,13	14123,87	Length:	20.35	Course:	S 56 E Delta: 3
	16+537,98	11302,62	14112,53	Length:	8.91	Course:	S 53 E
	16+546,89	11297,28	14119,66				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+546,89	11297,28	14119,66	Delta:	3	Type:	LEFT
	CC 11441,40		14227,50	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+557,39	11291,24	14128,25	Length:	10.50	Tangent:	5.25
				Mid-Ord:	0.08	External:	0.08
				Chord:	10.50	Course:	S 54 E
				Es:	0.08		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 16+572,49	11282,91	14140,84	Length:	24.99	Course:	S 54 E Delta: 3
	PC 16+569,18	11284,73	14138,09	Delta:	4	Type:	RIGHT
	CC 11134,57		14038,83	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+575,79	11280,99	14143,53	Length:	6.61	Tangent:	3.30
				Mid-Ord:	0.03	External:	0.03
				Chord:	6.60	Course:	S 55 E
				Es:	0.03		
CURVA TANGENTE	16+575,79	11280,99	14143,53	Length:	12.55	Course:	S 54 E
	16+588,34	11273,69	14153,74				
	PI 16+634,26	11250,11	14193,12	Length:	42.99	Course:	S 63 E Delta: 1
CURVA TANGENTE	16+606,59	11263,84	14169,10	Length:	22.68	Course:	S 60 E
	16+629,27	11252,58	14188,79				
	PI 16+677,25	11230,87	14231,57	Length:	30.97	Course:	S 60 E Delta: 4
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+672,27	11233,10	14227,11	Delta:	4	Type:	RIGHT
	CC 11072,13		14146,57	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 16+682,24	11228,40	14235,90	Length:	9.97	Tangent:	4.98
				Mid-Ord:	0.07	External:	0.07
				Chord:	9.96	Course:	S 61 E
				Es:	0.07		
	PI 16+708,23	11215,50	14258,46	Length:	204.96	Course:	S 64 E Delta: 4

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+701,16	11219,00	14252,33	Delta: 4	Type: LEFT	
	CC 11375,27	11375,27	14341,66	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 16+715,28	11212,48	14264,85	Length: 14.12	Tangent: 7.06	
CURVA TANGENTE		16+715,28	11212,48	14264,85	Length: 190.06	Course: S 62 E
		16+905,34	11131,38	14436,74		
		16+905,34	11131,38	14436,74	Delta: 4	Type: LEFT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11294,17	11294,17	14513,55	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 16+921,01	11125,32	14451,18	Length: 15.67	Tangent: 7.84	
				Mid-Ord: 0.17	External: 0.17	
CURVA TANGENTE		16+953,38	11114,10	14481,54	Length: 54.24	Course: S 74 E Delta: 4
		16+921,01	11125,32	14451,18	Length: 24.63	Course: S 69 E
		16+945,65	11116,78	14474,29		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 16+945,65	11116,78	14474,29	Delta: 4	Type: LEFT	
	CC 11285,63	11285,63	14536,65	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 16+961,10	11112,06	14489,00	Length: 15.45	Tangent: 7.73	
CURVA TANGENTE		16+961,10	11112,06	14489,00	Length: 39.50	Course: S 74 E
		17+000,60	11101,60	14527,09		
		17+000,60	11101,60	14527,09	Delta: 4	Type: LEFT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11275,18	11275,18	14574,75	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 17+014,61	11098,42	14540,73	Length: 14.01	Tangent: 7.01	
				Mid-Ord: 0.14	External: 0.14	
CURVA TANGENTE		17+056,15	10905,68	14581,52	Length: 36.61	Course: S 84 E Delta: 5
		17+046,92	11092,31	14572,46	Length: 5	Type: LEFT
		17+065,37	10897,60	14590,72	Radius: 180.00	DOC: 31
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PT 17+065,37	10897,60	14590,72	Length: 18.44	Tangent: 9.23	
				Mid-Ord: 0.24	External: 0.24	
				Chord: 18.43	Course: S 82 E	
CURVA TANGENTE		17+092,75	10873,62	14617,99	Length: 23.19	Course: S 87 E Delta: 2
		17+065,37	11089,76	14590,72	Length: 22.82	Course: S 84 E
		17+088,18	11087,76	14613,45		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 17+115,94	10865,04	14641,17	Length: 27.56	Course: N 87 E Delta: 4	
	PC 17+108,47	11086,78	14633,70	Delta: 4	Type: LEFT	
	CC 11266,66	11266,66	14640,36	Radius: 180.00	DOC: 31	
CURVA TANGENTE		17+123,40	11086,85	14648,63	Length: 14.93	Tangent: 7.47
					Mid-Ord: 0.15	External: 0.15
				Chord: 14.92	Course: N 89 E	
CURVA TANGENTE		17+143,49	11087,77	14668,70	Length: 42.20	Course: N 79 E Delta: 7
		17+123,40	11086,85	14648,63	Length: 8.49	Course: N 87 E
		17+131,89	11087,24	14657,11		
CURVA TANGENTE		17+185,65	11095,10	14710,25	Length: 48.34	Course: N 79 E Delta: 0
		17+155,05	11089,79	14680,12	Length: 30.24	Course: N 79 E
		17+185,29	11095,04	14709,90		
CURVA TANGENTE		17+233,99	11103,69	14757,82	Length: 38.99	Course: N 74 E Delta: 15
		17+186,01	11095,17	14710,60	Length: 40.00	Course: N 79 E
		17+226,01	11102,27	14749,97		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+226,01	11102,27	14749,97	Delta: 15	Type: LEFT	
	CC 11279,41	11279,41	14717,99	Radius: 180.00	DOC: 31	
	PT 17+241,96	11105,80	14765,52	Length: 15.96	Tangent: 7.98	
CURVA TANGENTE				Mid-Ord: 0.18	External: 0.18	
				Chord: 15.95	Course: N 77 E	
				Es: 0.18		
	PI 17+272,97	11113,99	14795,42	Length: 30.62	Course: N 69 E Delta: 4	

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PC 17+265,32	11111,97	14788,05	Delta:	4	Type:	LEFT
	CC 11285,58	11285,58	14740,51	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+280,60	11116,62	14802,60	Length:	15.28	Tangent:	7.65
				Mid-Ord:	0.16	External:	0.16
				Chord:	15.28	Course:	N 72 E
				Es:	0.16		
<b>CURVA TANGENTE</b>	PI 17+303,58	11245,48	14824,16	Length:	33.24	Course:	N 64 E Delta: 5
	17+280,60	11116,62	14802,60	Length:	14.13	Course:	N 69 E
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PC 17+294,74	11121,50	14815,87	Delta:	5	Type:	LEFT
	CC 11290,45	11290,45	14753,78	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+312,40	11128,40	14832,12	Length:	17.66	Tangent:	8.84
				Mid-Ord:	0.22	External:	0.22
				Chord:	17.66	Course:	N 67 E
				Es:	0.22		
<b>CURVA TANGENTE</b>	PI 17+336,80	11390,15	14854,09	Length:	31.04	Course:	N 55 E Delta: 4
	17+312,40	11128,40	14832,12	Length:	11.49	Course:	N 64 E
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PC 17+323,89	11133,40	14842,47	Delta:	2	Type:	LEFT
	CC 11295,45	11295,45	14764,12	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+349,67	11146,24	14864,79	Length:	25.78	Tangent:	12.91
				Mid-Ord:	0.46	External:	0.46
				Chord:	25.75	Course:	N 60 E
				Es:	0.46		
<b>CURVA TANGENTE</b>	PI 17+367,80	11156,38	14879,82	Length:	32.08	Course:	N 48 E Delta: 7
	17+349,67	11146,24	14864,79	Length:	5.97	Course:	N 55 E
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PC 17+355,64	11149,57	14869,74	Delta:	7	Type:	LEFT
	CC 11298,79	11298,79	14769,07	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+379,92	11164,47	14888,90	Length:	24.29	Tangent:	12.16
				Mid-Ord:	0.41	External:	0.41
				Chord:	24.27	Course:	N 52 E
				Es:	0.41		
<b>CURVA TANGENTE</b>	17+379,92	11164,47	14888,90	Length:	19.81	Course:	N 48 E
	17+399,73	11177,66	14903,68				
<b>CURVA TANGENTE</b>	PI 17+425,56	11194,87	14922,93	Length:	24.17	Course:	N 41 E Delta: 6
	17+399,94	11177,80	14903,84	Length:	15.61	Course:	N 48 E
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PC 17+415,55	11188,20	14915,47	Delta:	6	Type:	LEFT
	CC 11322,38	11322,38	14795,49	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+435,54	11202,33	14929,60	Length:	19.99	Tangent:	10.01
				Mid-Ord:	0.28	External:	0.28
				Chord:	19.98	Course:	N 45 E
				Es:	0.28		
<b>CURVA TANGENTE</b>	17+435,54	11202,33	14929,60	Length:	0.55	Course:	N 41 E
	17+436,09	11202,74	14929,97				
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PC 17+436,09	11202,74	14929,97	Delta:	8	Type:	LEFT
	CC 11322,79	11322,79	14795,85	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+463,27	12242,79	14946,50	Length:	27.18	Tangent:	13.62
				Mid-Ord:	0.51	External:	0.51
				Chord:	27.15	Course:	N 37 E
				Es:	0.51		
<b>CURVA TANGENTE</b>	PI 17+468,53	12286,83	14949,38	Length:	280.65	Course:	N 31 E Delta: 1
	17+463,27	11224,28	14946,50	Length:	2.54	Course:	N 33 E
<b>CURVA CIRCULAR SIMPLE</b>	PC 17+465,81	11226,40	14947,89	Delta:	1	Type:	LEFT
	CC 11324,91	11324,91	14797,24	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 17+471,26	11231,01	14950,81	Length:	5.45	Tangent:	2.73
				Mid-Ord:	0.02	External:	0.02
				Chord:	5.45	Course:	N 32 E
				Es:	0.02		
<b>CURVA TANGENTE</b>	PI 17+749,18	11468,12	15095,79	Length:	18.81	Course:	N 35 E Delta: 3
	17+471,26	11231,01	14950,81	Length:	271.71	Course:	N 31 E
	17+742,97	11462,82	15092,55				

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+742,97	11462,82	15092,55	Delta:	3	Type: RIGHT
	CC	11368,91	15246,12	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 17+755,39	11473,18	15099,39	Length:	12.42	Tangent: 6.21
				Mid-Ord:	0.11	External: 0.11
				Chord:	12.41	Course: N 33 E
				Es:	0.11	
	PI 17+767,98	11483,45	15106,69	Length:	30.16	Course: N 46 E Delta: 3
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+756,22	11473,85	15099,87	Delta:	3	Type: RIGHT
	CC	11404,34	15197,69	Radius:	120.00	DOC: 47
	PT 17+779,68	11491,53	15115,24	Length:	23.46	Tangent: 11.77
				Mid-Ord:	0.57	External: 0.58
				Chord:	23.42	Course: N 40 E
				Es:	0.58	
	PI 17+798,07	11504,17	15128,60	Length:	25.79	Course: N 47 E Delta: 0
CURVA TANGENTE	17+779,68	11491,53	15115,24	Length:	17.69	Course: N 46 E
	17+797,36	11503,68	15128,09			
	PI 17+823,85	11521,74	15147,47	Length:	32.12	Course: N 56 E Delta: 9
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+808,70	11511,41	15136,38	Delta:	9	Type: RIGHT
	CC	11379,67	15259,03	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 17+838,94	11530,06	15160,13	Length:	30.24	Tangent: 15.16
				Mid-Ord:	0.63	External: 0.64
				Chord:	30.20	Course: N 51 E
				Es:	0.64	
	PI 17+855,90	11539,38	15174,31	Length:	30.53	Course: N 58 E Delta: 1
CURVA TANGENTE	17+838,94	11530,06	15160,13	Length:	14.54	Course: N 56 E
	17+853,48	11538,05	15172,28			
	PC 17+853,48	11538,05	15172,28	Delta:	1	Type: RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC	11387,66	15271,18	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 17+858,32	11540,66	15176,37	Length:	4.84	Tangent: 2.42
				Mid-Ord:	0.02	External: 0.02
				Chord:	4.84	Course: N 57 E
				Es:	0.02	
	PI 17+886,43	11555,47	15200,26	Length:	41.26	Course: N 69 E Delta: 19
CURVA TANGENTE	17+858,32	11540,66	15176,37	Length:	10.52	Course: N 58 E
	17+868,84	11546,20	15185,31			
	PC 17+868,84	11546,20	15185,31	Delta:	19	Type: RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC	11393,20	15280,12	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 17+903,91	11561,66	15216,73	Length:	35.08	Tangent: 17.59
				Mid-Ord:	0.85	External: 0.86
				Chord:	35.02	Course: N 63 E
				Es:	0.86	
	PI 17+927,58	11570,00	15238,87	Length:	30.95	Course: N 73 E Delta: 3
CURVA TANGENTE	17+903,91	11561,66	15216,73	Length:	17.69	Course: N 69 E
	17+921,61	11567,90	15233,29			
	PC 17+921,61	11567,90	15233,29	Delta:	3	Type: RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC	11399,43	15296,68	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 17+933,54	11571,73	15244,59	Length:	11.93	Tangent: 5.97
				Mid-Ord:	0.10	External: 0.10
				Chord:	11.93	Course: N 71 E
				Es:	0.10	
	PI 17+958,52	11578,96	15268,50	Length:	35.84	Course: N 82 E Delta: 9
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 17+943,67	11574,66	15254,29	Delta:	9	Type: RIGHT
	CC	11402,36	15306,38	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 17+973,30	11580,87	15283,22	Length:	29.62	Tangent: 14.85
				Mid-Ord:	0.61	External: 0.61
				Chord:	29.59	Course: N 77 E
				Es:	0.61	
	PI 17+994,30	11583,57	15304,04	Length:	29.90	Course: N 87 E Delta: 6
CURVA TANGENTE	17+973,30	11580,87	15283,22	Length:	12.82	Course: N 82 E
	17+986,12	11582,52	15295,94			
	PC 17+986,12	11582,52	15295,94	Delta:	3	Type: RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC	11404,01	15319,10	Radius:	180.00	DOC: 31
	PT 18+002,46	11583,88	15312,21	Length:	16.34	Tangent: 8.17
				Mid-Ord:	0.19	External: 0.19
				Chord:	16.33	Course: N 85 E
				Es:	0.19	

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA TANGENTE	PI 18+024,18	11584,71	15333,92	Length:	27.90	Course:	S 88 E Delta: 3
	18+002,46	11583,88	15312,21	Length:	16.06	Course:	N 87 E
	18+018,52	11584,50	15328,26				
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+018,52	11584,50	15328,26	Delta:	3	Type:	RIGHT
	CC 11404,63	15335,15		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+029,84	11584,57	15339,58	Length:	11.32	Tangent:	5.66
				Mid-Ord:	0.09	External:	0.09
CURVA TANGENTE	PI 18+052,08	11584,03	15361,81	Length:	239.45	Course:	S 77 E Delta: 11
	18+029,84	11584,57	15339,58	Length:	4.41	Course:	S 88 E
	18+034,24	11584,46	15343,98				
	18+034,24	11584,46	15343,98	Delta:	11	Type:	RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11404,52	15339,55		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+069,79	11580,10	15379,20	Length:	35.55	Tangent:	17.83
				Mid-Ord:	0.88	External:	0.88
				Chord:	35.49	Course:	S 82 E
CURVA TANGENTE	PI 18+291,41	11531,28	15595,38	Length:	38.31	Course:	S 81 E Delta: 3
	18+069,79	11580,10	15379,20	Length:	215.57	Course:	S 77 E
	18+285,36	11532,62	15589,48				
	18+285,36	11532,62	15589,48	Delta:	3	Type:	LEFT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11708,20	15629,12		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+297,46	11530,35	15601,35	Length:	12.09	Tangent:	6.05
				Mid-Ord:	0.10	External:	0.10
				Chord:	12.09	Course:	S 79 E
CURVA TANGENTE	PI 18+329,71	11525,37	15633,22	Length:	51.18	Course:	S 84 E Delta: 3
	18+297,46	11530,35	15601,35	Length:	26.53	Course:	S 81 E
	18+323,98	11526,26	15627,56				
	18+323,98	11526,26	15627,56	Delta:	3	Type:	LEFT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11704,10	15655,33		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+335,44	11524,85	15638,93	Length:	11.45	Tangent:	5.73
				Mid-Ord:	0.09	External:	0.09
				Chord:	11.45	Course:	S 82 E
CURVA TANGENTE	PI 18+380,89	11520,71	15684,19	Length:	24.71	Course:	N 89 E Delta: 5
	18+335,44	11524,85	15638,93	Length:	37.06	Course:	S 84 E
	18+372,49	11521,48	15675,83				
	18+405,59	11520,76	15708,90	Length:	27.16	Course:	N 81 E Delta: 8
CURVA TANGENTE	18+389,28	11520,73	15692,59	Length:	3.12	Course:	N 89 E
	18+392,40	11520,73	15695,71				
	18+392,40	11520,73	15695,71	Delta:	8	Type:	LEFT
	18+418,73	11522,71	15721,95	Radius:	180.00	DOC:	31
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11700,73	15695,36		Length:	26.33	Tangent:	13.19
	PT 18+418,73	11522,71	15721,95	Mid-Ord:	0.48	External:	0.48
				Chord:	26.31	Course:	N 85 E
				Es:	0.48		
CURVA TANGENTE	PI 18+432,70	11524,77	15735,76	Length:	37.86	Course:	N 80 E Delta: 0
	18+418,73	11522,71	15721,95	Length:	12.94	Course:	N 81 E
	18+431,67	11524,62	15734,75				
	18+464,58	11529,84	15767,24	Delta:	3	Type:	LEFT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11707,55	15738,63		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+476,53	11532,13	15778,96	Length:	11.95	Tangent:	5.98
				Mid-Ord:	0.10	External:	0.10
				Chord:	11.94	Course:	N 78 E
CURVA TANGENTE	PI 18+674,32	11576,45	15971,73	Length:	42.26	Course:	N 76 E Delta: 0
	18+675,57	11576,75	15972,94	Length:	30.57	Course:	N 76 E
	18+706,14	11584,01	16002,63				
	18+706,14	11584,01	16002,63	Delta:	6	Type:	RIGHT
CURVA CIRCULAR SIMPLE	CC 11409,17	16045,40		Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+727,00	11587,79	16023,14	Length:	20.86	Tangent:	10.44
				Mid-Ord:	0.30	External:	0.30
				Chord:	20.85	Course:	N 79 E
			Es:	0.30			

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN			
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 18+752,29	11590,91	16048,23	Length:	51.27	Course:	N 85 E Delta: 2
	PC 18+748,56	11590,45	16044,53	Delta:	2	Type:	RIGHT
	CC 18+756,02	11411,83	16066,79	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+756,02	11591,22	16051,95	Length:	7.46	Tangent:	3.73
				Mid-Ord:	0.04	External:	0.04
				Chord:	7.46	Course:	N 84 E
				Es:	0.04		
CURVA TANGENTE	PI 18+803,56	11595,14	16099,33	Length:	32.43	Course:	S 84 E Delta: 10
	18+756,02	11591,22	16051,95	Length:	31.16	Course:	N 85 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+787,18	11593,79	16083,01	Delta:	10	Type:	RIGHT
	CC 18+819,85	11414,40	16097,85	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+819,85	11593,52	16115,63	Length:	32.67	Tangent:	16.38
				Mid-Ord:	0.74	External:	0.74
				Chord:	32.63	Course:	S 89 E
				Es:	0.74		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 18+835,91	11591,94	16131,61	Length:	41.06	Course:	S 77 E Delta: 6
	PC 18+825,33	11592,98	16121,08	Delta:	6	Type:	RIGHT
	CC 18+846,46	11413,86	16103,30	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+846,46	11589,67	16141,94	Length:	21.13	Tangent:	10.58
				Mid-Ord:	0.31	External:	0.31
				Chord:	21.12	Course:	S 80 E
				Es:	0.31		
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PI 18+876,94	11583,12	16171,70	Length:	40.14	Course:	S 70 E Delta: 7
	PC 18+865,07	11585,67	16160,12	Delta:	7	Type:	RIGHT
	CC 18+888,77	11409,87	16121,48	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+888,77	11579,08	16182,86	Length:	23.69	Tangent:	11.86
				Mid-Ord:	0.39	External:	0.39
				Chord:	23.68	Course:	S 73 E
				Es:	0.39		
CURVA TANGENTE	PI 18+917,05	11569,43	16209,44	Length:	37.86	Course:	S 55 E Delta: 14
	18+888,77	11579,08	16182,86	Length:	5.39	Course:	S 70 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+894,16	11577,24	16187,92	Delta:	14	Type:	RIGHT
	CC 18+939,69	11408,03	16126,54	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+939,69	11556,49	16228,32	Length:	45.53	Tangent:	22.89
				Mid-Ord:	1.44	External:	1.45
				Chord:	45.41	Course:	S 62 E
				Es:	1.45		
CURVA TANGENTE	PI 18+954,67	11548,02	16240,67	Length:	49.45	Course:	S 59 E Delta: 4
	18+939,69	11556,49	16228,32	Length:	8.67	Course:	S 55 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 18+948,36	11551,59	16235,47	Delta:	4	Type:	LEFT
	CC 18+960,96	11700,05	16337,25	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 18+960,96	11544,83	16246,11	Length:	12.60	Tangent:	6.30
				Mid-Ord:	0.11	External:	0.11
				Chord:	12.60	Course:	S 57 E
				Es:	0.11		
CURVA TANGENTE	19+007,56	11521,12	16286,22	Length:	108.51	Course:	S 57 E
	19+116,08	11462,63	16377,62				
CURVA TANGENTE	PI 19+234,60	11398,81	16477,49	Length:	105.99	Course:	S 50 E Delta: 6
	19+116,21	11462,56	16377,73	Length:	108.13	Course:	S 57 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+224,34	11404,33	16468,85	Delta:	6	Type:	RIGHT
	CC 19+244,83	11252,65	16371,93	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 19+244,83	11392,34	16485,45	Length:	20.49	Tangent:	10.25
				Mid-Ord:	0.29	External:	0.29
				Chord:	20.48	Course:	S 54 E
				Es:	0.29		
CURVA TANGENTE	PI 19+340,56	11331,97	16559,75	Length:	93.09	Course:	S 47 E Delta: 3
	19+244,83	11392,34	16485,45	Length:	91.00	Course:	S 50 E
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+335,82	11334,96	16556,07	Delta:	3	Type:	RIGHT
	CC 19+345,30	11195,26	16442,55	Radius:	180.00	DOC:	31
	PT 19+345,30	11328,79	16563,26	Length:	9.47	Tangent:	4.74
				Mid-Ord:	0.06	External:	0.06
				Chord:	9.47	Course:	S 49 E
				Es:	0.06		

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_IZQUIERDO

TIPO DE CURVAS	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	DESCRIPCIÓN				
CURVA TANGENTE	PI 19+433,65	12695,40	16628,80	Length:	53.45	Course:	S 51 E	Delta: 3
	19+345,30	11328,79	16563,26	Length:	82.37	Course:	S 47 E	
	19+427,67	11273,55	16624,37					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+427,67	11273,55	16624,37	Delta:	3	Type:	LEFT	
	CC 19+439,62	11407,07	16745,08	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 19+439,62	11265,83	16633,49	Length:	11.95	Tangent:	5.98	
				Mid-Ord:	0.10	External:	0.10	
			Chord:	11.95	Course:	S 49 E		
			Es:	0.10				
CURVA TANGENTE	PI 19+487,10	12364,05	16670,74	Length:	43.27	Course:	S 59 E	Delta: 7
	19+439,62	11265,83	16633,49	Length:	35.16	Course:	S 51 E	
	19+474,79	11244,04	16661,08					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+474,79	11244,04	16661,08	Delta:	7	Type:	LEFT	
	CC 19+499,37	11385,28	16772,67	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 19+499,37	12301,60	16681,35	Length:	24.58	Tangent:	12.31	
				Mid-Ord:	0.42	External:	0.42	
			Chord:	24.56	Course:	S 55 E		
			Es:	0.42				
CURVA TANGENTE	PI 19+530,33	11214,45	16708,03	Length:	27.25	Course:	S 67 E	Delta: 7
	19+499,37	11230,16	16681,35	Length:	18.61	Course:	S 59 E	
	19+517,98	11220,72	16697,39					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+517,98	11220,72	16697,39	Delta:	7	Type:	LEFT	
	CC 19+542,64	11375,83	16788,71	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 19+542,64	11209,70	16719,43	Length:	24.66	Tangent:	12.35	
				Mid-Ord:	0.42	External:	0.42	
			Chord:	24.64	Course:	S 62 E		
			Es:	0.42				
CURVA TANGENTE	PI 19+557,54	11203,96	16733,18	Length:	28.82	Course:	N 81 E	Delta: 30
	19+542,64	11209,70	16719,43	Length:	1.14	Course:	S 67 E	
	19+543,78	11209,26	16720,48					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+543,78	11209,26	16720,48	Delta:	30	Type:	LEFT	
	CC 19+570,64	11255,41	16739,73	Radius:	50.00	DOC:	11	
	PT 19+570,64	11205,91	16746,81	Length:	26.85	Tangent:	13.76	
				Mid-Ord:	1.79	External:	1.86	
			Chord:	26.53	Course:	S 82 E		
			Es:	1.86				
CURVA TANGENTE	PI 19+585,70	11208,04	16761,71	Length:	34.15	Course:	N 52 E	Delta: 29
	19+570,64	11205,91	16746,81	Length:	0.60	Course:	N 81 E	
	19+571,24	11206,00	16747,40					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+571,24	11206,00	16747,40	Delta:	29	Type:	LEFT	
	CC 19+599,51	11260,44	16739,62	Radius:	55.00	DOC:	11	
	PT 19+599,51	11216,86	16773,17	Length:	28.27	Tangent:	14.46	
				Mid-Ord:	1.81	External:	1.87	
			Chord:	27.96	Course:	N 67 E		
			Es:	1.87				
CURVA TANGENTE	PI 19+619,20	11228,87	16788,77	Length:	51.61	Course:	N 27 E	Delta: 24
	19+599,51	11216,86	16773,17	Length:	1.02	Course:	N 52 E	
	19+600,53	11217,48	16773,97					
CURVA TANGENTE	PI 19+670,22	11274,59	16812,70	Length:	70.54	Course:	N 24 E	Delta: 3
	19+637,30	11245,42	16797,43	Length:	27.43	Course:	N 27 E	
	19+664,73	11269,72	16810,15					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+664,73	11269,72	16810,15	Delta:	3	Type:	LEFT	
	CC 19+675,72	11353,19	16650,67	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 19+675,72	11279,61	16814,95	Length:	10.99	Tangent:	5.50	
				Mid-Ord:	0.08 E	External:	0.08	
			Chord:	10.99	Course:	N 25 E		
			Es:	0.08				
CURVA TANGENTE	PI 19+740,77	11338,97	16841,54	Length:	190.42	Course:	N 20 E	Delta: 3
	19+675,72	11279,61	16814,95	Length:	58.78	Course:	N 24 E	
	19+734,50	11333,26	16838,98					
CURVA CIRCULAR SIMPLE	PC 19+734,50	11333,26	16838,98	Delta:	3	Type:	LEFT	
	CC 19+747,02	11406,84	16674,70	Radius:	180.00	DOC:	31	
	PT 19+747,02	11344,85	16843,69	Length:	12.52	Tangent:	6.26	
				Mid-Ord:	0.11	External:	0.11	
			Chord:	12.52	Course:	N 22 E		
			Es:	0.11				
CURVA TANGENTE	PI 19+931,18	11517,75	16907,11	Length:	184.16	Course:	N 20 E	
	19+747,02	11344,85	16843,69					
	19+931,18	11517,75	16907,11					

## ANEXO 2.1 MOVIMIENTO DE TIERRA

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000.00	81.99	62.02	3229.15	3436.12	3229.15	3436.12	-206.97
0+050.00	48.62	75.65	2928.10	1722.04	6157.25	5158.16	999.09
0+100.00	69.10	6.13	2553.59	568.54	8710.85	5726.70	2984.14
0+150.00	34.96	17.59	1968.04	516.35	10678.88	6243.05	4435.83
0+200.00	43.93	4.49	2891.99	74.91	13570.87	6317.96	7252.91
0+250.00	72.97	0.00	2121.81	242.54	15692.69	6560.51	9132.18
0+300.00	18.05	14.55	1705.67	345.65	17398.36	6906.15	10492.20
0+350.00	53.28	1.51	1958.14	741.79	19356.50	7647.94	11708.56
0+400.00	26.57	35.67	418.75	838.23	19775.25	8486.17	11289.08
0+418.68	18.50	54.75	637.50	982.74	20412.75	9468.91	10943.83
0+438.68	45.69	46.33	398.30	305.05	20811.05	9773.96	11037.09
0+445.77	61.54	45.02	267.60	201.81	21078.65	9975.77	11102.88
0+450.00	71.54	45.59	1386.62	586.11	22465.27	10561.88	11903.39
0+465.77	109.84	27.79	4457.95	575.60	26923.23	11137.49	15785.74
0+500.00	151.72	7.87	7049.00	205.95	33972.23	11343.43	22628.80
0+550.00	130.51	1.30	5395.49	16.14	39367.72	11359.57	28008.15
0+587.33	159.02	0.00	2094.26	0.00	41461.98	11359.57	30102.41
0+600.00	176.36	0.00	1242.10	0.00	42704.08	11359.57	31344.51
0+607.33	174.69	0.00	492.96	0.00	43197.04	11359.57	31837.47
0+610.29	173.77	0.00	1753.22	0.00	44950.26	11359.57	33590.69
0+620.29	169.29	0.00	5129.82	0.00	50080.08	11359.57	38720.51
0+650.00	176.03	0.00	234.25	0.00	50314.33	11359.57	38954.76
0+651.33	176.62	0.00	1731.86	0.00	52046.18	11359.57	40686.61
0+661.33	177.70	0.00	5518.81	0.00	57564.99	11359.57	46205.42
0+695.73	157.87	0.00	142.29	0.00	57707.28	11359.57	46347.71
0+696.64	155.91	0.00	43.15	0.00	57750.43	11359.57	46390.86
0+696.75	154.48	0.00	4.49	0.00	57754.92	11359.57	46395.35
0+696.78	154.40	0.00	1.39	0.00	57756.31	11359.57	46396.74
0+696.79	154.38	0.00	41.87	0.00	57798.18	11359.57	46438.61
0+697.06	153.64	0.00	402.91	0.00	58201.09	11359.57	46841.52
0+700.00	147.63	0.00	4245.08	0.00	62446.17	11359.57	51086.60
0+740.80	79.78	0.00	4.52	0.00	62450.69	11359.57	51091.12
0+740.85	79.62	0.00	-125.48	0.00	62325.21	11359.57	50965.64
0+741.28	81.97	0.00	8.07	0.00	62333.28	11359.57	50973.71
0+741.38	82.05	0.00	627.90	0.00	62961.18	11359.57	51601.61
0+750.00	82.79	0.00	1405.53	29.47	64366.72	11389.04	52977.68
0+769.83	83.86	4.03	25.38	1.24	64392.10	11390.28	53001.82
0+770.13	84.26	4.18	2.81	0.13	64394.91	11390.41	53004.50
0+770.16	84.30	4.20	0.82	0.04	64395.73	11390.45	53005.28
0+770.17	84.31	4.20	206.55	6.68	64602.28	11397.12	53205.16
0+772.15	85.50	5.04	2276.26	681.87	66878.54	12079.00	54799.55
0+800.00	78.05	52.21	673.81	487.06	67552.35	12566.06	54986.29
0+809.10	70.16	54.88	1430.10	1154.61	68982.44	13720.67	55261.77

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+829.10	68.71	64.58	1428.11	1395.20	70410.55	15115.87	55294.68
0+850.00	59.97	77.95	82.49	96.36	70493.04	15212.23	55280.81
0+851.31	58.76	79.00	1027.56	1728.11	71520.59	16940.34	54580.26
0+871.31	47.60	88.90	1516.04	2329.25	73036.63	19269.59	53767.04
0+900.00	58.25	73.69	193.23	228.69	73229.86	19498.28	53731.58
0+903.23	61.49	68.04	1785.29	1216.72	75015.15	20715.00	54300.15
0+928.30	73.50	36.45	1808.15	434.33	76823.31	21149.33	55673.98
0+950.00	93.59	7.30	6208.76	116.68	83032.07	21266.01	61766.06
0+997.95	169.06	0.00	360.51	0.00	83392.58	21266.01	62126.57
1+000.00	171.79	0.00	4318.67	0.00	87711.25	21266.01	66445.24
1+024.37	171.85	0.00	833.54	0.00	88544.79	21266.01	67278.78
1+029.29	166.64	0.00	3158.25	0.00	91703.04	21266.01	70437.03
1+050.00	167.86	0.00	9557.40	0.00	101260.44	21266.01	79994.43
1+100.00	259.36	0.00	5919.88	0.00	107180.32	21266.01	85914.31
1+125.94	259.15	0.00	1619.08	0.00	108799.41	21266.01	87533.40
1+132.21	257.04	0.00	5092.11	0.00	113891.51	21266.01	92625.50
1+150.00	270.22	0.00	4010.94	5.42	117902.45	21271.43	96631.02
1+163.50	274.87	1.32	10090.41	327.47	127992.87	21598.90	106393.96
1+200.00	278.02	20.40	14353.37	1378.77	142346.24	22977.67	119368.57
1+250.00	296.21	35.44	3711.87	513.91	146058.11	23491.58	122566.52
1+265.92	175.33	29.22	4110.26	1187.89	150168.37	24679.48	125488.89
1+300.00	63.59	46.57	1278.88	366.28	151447.24	25045.75	126401.49
1+314.33	108.12	11.72	5601.83	139.30	157049.07	25185.05	131864.02
1+350.00	211.70	0.00	5289.20	12.64	162338.27	25197.69	137140.58
1+377.22	177.45	1.39	3275.95	55.19	165614.22	25252.88	140361.34
1+400.00	126.72	3.35	3760.00	879.40	169374.22	26132.28	143241.94
1+450.00	39.93	35.97	396.59	414.60	169770.81	26546.89	143223.92
1+460.40	40.42	40.21	1122.03	2023.34	170892.84	28570.23	142322.61
1+500.00	17.77	62.81	352.65	1756.32	171245.49	30326.55	140918.94
1+524.88	10.86	78.67	263.43	1264.03	171508.92	31590.59	139918.33
1+544.88	14.94	51.80	83.33	247.69	171592.24	31838.27	139753.97
1+550.00	16.06	49.69	1875.43	1502.33	173467.67	33340.60	140127.07
1+600.00	59.96	16.34	50.43	12.14	173518.10	33352.74	140165.36
1+600.79	61.12	15.81	1450.12	213.92	174968.22	33566.66	141401.55
1+620.79	88.81	5.90	3042.70	77.15	178010.92	33643.81	144367.11
1+650.00	120.34	0.43	5075.32	325.04	183086.23	33968.85	149117.38
1+700.00	83.78	16.41	3800.44	695.27	186886.67	34664.12	152222.55
1+750.00	68.50	11.54	3045.79	176.88	189932.45	34841.00	155091.45
1+788.06	92.12	0.36	995.42	13.89	190927.88	34854.89	156072.99
1+800.00	77.04	2.19	551.67	29.57	191479.54	34884.46	156595.09
1+808.06	64.76	5.07	854.75	117.92	192334.29	35002.37	157331.92
1+823.09	54.46	10.23	978.74	248.18	193313.03	35250.56	158062.48
1+843.09	41.52	15.35	287.18	105.67	193600.22	35356.23	158243.99
1+850.00	41.64	15.25	2181.50	870.08	195781.72	36226.31	159555.41
1+900.00	45.65	19.65	1043.41	426.74	196825.13	36653.05	160172.08
1+922.46	47.29	18.36	459.96	229.19	197285.09	36882.23	160402.85
1+932.46	46.88	26.60	190.23	125.67	197475.31	37007.91	160467.41
1+936.73	46.51	29.39	610.57	440.86	198085.88	37448.76	160637.11
1+950.00	45.54	37.23	1932.58	1837.53	200018.46	39286.30	160732.16
2+000.00	32.15	36.27	1334.17	2668.23	201352.63	41954.53	159398.10
2+050.00	21.57	72.53	823.55	2920.88	202176.18	44875.40	157300.78
2+092.34	17.41	65.51	151.27	478.00	202327.45	45353.40	156974.05
2+100.00	21.74	60.50	350.51	644.36	202677.95	45997.75	156680.20

**ALINEAMIENTO:** Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
2+112.34	33.35	48.01	372.70	471.04	203050.65	46468.80	156581.85
2+122.66	35.06	48.18	726.97	897.57	203777.62	47366.37	156411.24
2+142.66	39.74	39.54	310.75	293.85	204088.37	47660.22	156428.15
2+150.00	45.03	40.57	1916.83	1225.74	206005.19	48885.96	157119.24
2+185.96	62.04	28.00	958.21	372.58	206963.41	49258.53	157704.87
2+200.00	71.87	26.08	447.27	133.54	207410.68	49392.07	158018.61
2+205.96	71.33	20.91	2174.99	1349.65	209585.68	50741.72	158843.96
2+250.00	26.23	45.11	73.43	122.35	209659.10	50864.07	158795.04
2+252.77	24.28	47.74	309.45	1186.54	209968.56	52050.61	157917.95
2+272.77	8.74	68.80	209.48	1933.19	210178.03	53983.80	156194.23
2+300.00	6.69	73.22	132.63	933.95	210310.67	54917.75	155392.91
2+313.19	13.85	68.37	483.42	1095.25	210794.09	56013.00	154781.08
2+333.19	34.93	44.71	928.16	449.98	211722.24	56462.98	155259.26
2+350.00	72.70	14.61	2619.69	467.16	214341.93	56930.14	157411.79
2+383.44	76.79	14.95	864.21	362.84	215206.14	57292.98	157913.17
2+400,00	33.55	28.31	110.88	95.05	215317.02	57388.03	157929.00
2+403.44	31.10	26.66	717.21	1178.41	216034.23	58566.44	157467.79
2+444.59	6.73	30.67	28.07	190.48	216062.30	58756.93	157305.37
2+450.00	3.72	40.29	39.71	702.45	216102.01	59459.38	156642.63
2+464.59	1.66	58.71	27.68	1846.34	216129.68	61305.72	154823.97
2+500,00	0.11	48.84	14.04	504.89	216143.73	61810.61	154333.12
2+511.78	2.73	39.70	93.78	782.29	216237.51	62592.90	153644.61
2+531.78	7.23	37.17	37.85	179.57	216275.36	62772.47	153502.89
2+536.64	8.37	36.74	125.55	474.79	216400.91	63247.26	153153.65
2+550.00	10.17	35.25	69.02	231.66	216469.93	63478.92	152991.02
2+556.64	9.82	36.70	662.11	1598.44	217132.04	65077.36	152054.69
2+600,00	19.87	40.10	633.29	1113.10	217765.34	66190.45	151574.89
2+623.56	31.74	59.80	616.62	1326.72	218381.95	67517.18	150864.78
2+643.56	31.56	69.40	205.76	472.59	218587.71	67989.76	150597.95
2+650.00	32.39	77.55	1111.63	2851.21	219699.35	70840.97	148858.37
2+685.25	30.69	84.27	438.69	1235.47	220138.04	72076.44	148061.60
2+700.00	27.65	86.88	147.67	442.47	220285.71	72518.92	147766.80
2+705.25	26.08	90.47	478.30	1704.52	220764.02	74223.44	146540.58
2+724.03	22.24	101.96	344.91	2197.65	221108.93	76421.09	144687.84
2+744.03	13.57	112.07	77.39	684.90	221186.32	77105.99	144080.33
2+750.00	12.38	117.53	311.18	3158.99	221497.50	80264.98	141232.52
2+776.37	11.23	122.06	239.09	2325.00	221736.58	82589.98	139146.60
2+796.37	12.06	116.67	46.14	401.93	221782.73	82991.91	138790.82
2+800.00	12.08	117.50	404.02	5512.31	222186.75	88504.22	133682.53
2+846.07	5.07	134.70	16.80	559.16	222203.55	89063.38	133140.17
2+850.00	3.92	138.07	64.43	2403.31	222267.98	91466.69	130801.29
2+866.07	4.34	155.87	296.61	4698.02	222564.59	96164.72	126399.88
2+897.49	15.73	143.28	21.40	352.98	222585.99	96517.70	126068.29
2+900.00	3.02	136.75	72.13	1970.96	222658.12	98488.66	124169.47
2+917.49	5.60	84.56	39.97	1950.23	222698.10	100438.89	122259.21
2+939.45	0.00	86.11	0.00	1125.46	222698.10	101564.34	121133.75
2+950.00	0.00	132.88	0.00	1540.29	222698.10	103104.63	119593.47
2+959.45	0.00	196.91	0.00	8187.50	222698.10	111292.13	111405.97
3+000.00	0.00	206.95	34.70	5144.52	222732.79	116436.65	106296.14
3+050.00	2.08	26.99	1565.46	449.83	224298.25	116886.48	107411.77
3+100.00	79.02	0.00	5002.62	0.00	229300.87	116886.48	112414.39
3+150.00	122.68	0.00	5388.80	0.00	234689.67	116886.48	117803.19
3+200.00	93.53	0.00	3523.67	0.85	238213.34	116887.33	121326.01

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
3+250.00	49.71	0.05	2766.77	0.85	240980.11	116888.18	124091.93
3+300.00	61.16	0.00	2911.32	45.41	243891.43	116933.59	126957.84
3+350.00	55.34	2.72	2310.51	491.74	246201.94	117425.33	128776.62
3+400.00	37.65	19.49	1893.59	1200.71	248095.54	118626.04	129469.50
3+450.00	38.10	28.84	196.32	181.57	248291.86	118807.60	129484.25
3+455.53	32.91	36.94	263.49	423.32	248555.35	119230.93	129324.42
3+465.53	19.17	50.04	30.23	76.94	248585.58	119307.87	129277.71
3+467.11	17.48	52.22	430.24	1328.88	249015.82	120636.75	128379.07
3+500.00	9.13	29.64	885.59	963.97	249901.40	121600.72	128300.68
3+550.00	28.02	10.53	1818.07	325.31	251719.48	121926.03	129793.45
3+584.48	82.20	8.38	1629.33	51.40	253348.81	121977.43	131371.38
3+600.00	133.13	0.17	606.90	0.26	253955.71	121977.69	131978.02
3+604.48	147.62	0.00	5536.07	0.00	259491.78	121977.69	137514.09
3+650.00	104.81	0.00	10228.90	0.00	269720.68	121977.69	147742.99
3+700.00	335.51	0.00	8029.74	88.50	277750.42	122066.18	155684.24
3+750.00	42.24	5.20	1602.00	164.32	279352.42	122230.50	157121.92
3+800.00	25.02	1.48	336.19	412.50	279688.61	122643.00	157045.61
3+826.69	4.12	35.84	1.25	11.15	279689.86	122654.15	157035.71
3+827.00	3.99	36.38	51.83	1127.89	279741.69	123782.04	155959.65
3+850.00	1.24	56.37	10.12	346.01	279751.81	124128.05	155623.76
3+856.21	2.42	48.56	788.37	938.20	280540.18	125066.25	155473.93
3+900.00	41.56	3.22	1119.70	716.41	281659.88	125782.66	155877.22
3+950.00	7.72	29.95	102.07	2357.75	281761.95	128140.41	153621.54
3+989.68	0.00	94.97	0.00	1001.13	281761.95	129141.54	152620.41
4+000.00	0.00	100.69	0.00	889.24	281761.95	130030.79	151731.16
4+009.68	0.00	87.52	13.32	1210.74	281775.27	131241.52	150533.75
4+025.83	2.38	67.58	30.81	1172.02	281806.08	132413.54	149392.54
4+045.83	0.92	48.40	4.55	195.98	281810.62	132609.52	149201.11
4+050.00	1.27	45.55	291.95	1489.84	282102.58	134099.36	148003.22
4+100.00	12.29	16.46	1303.54	274.29	283406.12	134373.65	149032.47
4+150.00	42.94	0.00	34.55	0.00	283440.68	134373.65	149067.03
4+150.80	43.27	0.00	961.27	0.00	284401.94	134373.65	150028.30
4+170.80	54.47	0.00	1887.80	0.00	286289.74	134373.65	151916.10
4+200.00	78.96	0.00	3575.80	0.00	289865.54	134373.65	155491.90
4+235.29	131.36	0.00	2172.15	0.00	292037.69	134373.65	157664.05
4+250.00	158.88	0.00	872.27	0.00	292909.97	134373.65	158536.32
4+255.29	169.82	0.00	7853.53	0.00	300763.50	134373.65	166389.85
4+300.00	181.52	0.00	7296.60	0.00	308060.10	134373.65	173686.45
4+350.00	113.03	0.00	4954.74	0.00	313014.84	134373.65	178641.19
4+400.00	85.78	0.00	1266.63	116.14	314281.47	134489.79	179791.68
4+424.15	25.12	14.42	70.78	62.14	314352.24	134551.93	179800.31
4+427.50	19.18	21.38	128.04	301.68	314480.28	134853.61	179626.67
4+437.50	6.89	41.29	47.03	647.49	314527.31	135501.10	179026.21
4+450.00	1.35	63.10	22.55	5459.76	314549.87	140960.86	173589.01
4+500.00	0.00	163.05	0.00	12250.82	314549.87	153211.68	161338.18
4+550.00	0.00	337.44	0.00	5232.79	314549.87	158444.47	156105.39
4+564.79	0.00	370.48	0.00	8120.89	314549.87	166565.36	147984.51
4+584.79	0.00	447.99	0.00	1985.36	314549.87	168550.72	145999.14
4+589.16	0.00	468.01	0.00	5323.00	314549.87	173873.72	140676.14
4+600.00	0.00	514.44	0.00	1955.16	314549.87	175828.88	138720.98
4+603.74	0.00	530.07	0.00	11400.56	314549.87	187229.44	127320.43
4+623.74	0.00	613.59	0.00	17551.46	314549.87	204780.90	109768.96
4+650.00	0.00	728.83	0.00	38272.61	314549.87	243053.51	71496.36

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
4+700.00	0.00	803.38	0.00	15806.60	314549.87	258860.11	55689.75
4+720.65	0.00	728.08	0.00	13880.68	314549.87	272740.80	41809.07
4+740.65	0.00	660.54	0.00	5325.17	314549.87	278065.97	36483.90
4+748.88	0.00	633.27	0.00	707.13	314549.87	278773.09	35776.77
4+750.00	0.00	630.06	0.00	11225.63	314549.87	289998.73	24551.14
4+768.88	0.00	559.85	0.00	1192.02	314549.87	291190.75	23359.12
4+771.02	0.00	553.47	0.00	14499.44	314549.87	305690.19	8859.68
4+800.00	0.00	449.08	0.00	18592.21	314549.87	324282.40	-9732.53
4+850.00	0.00	299.63	0.00	10501.85	314549.87	334784.24	-20234.38
4+896.48	0.00	159.57	0.00	501.28	314549.87	335285.52	-20735.65
4+899.56	0.00	152.48	0.00	66.11	314549.87	335351.63	-20801.77
4+900.00	0.00	151.37	1479.46	3836.51	316029.32	339188.14	-23158.82
4+950.00	88.77	21.62	5927.29	495.37	321956.62	339683.51	-17726.90
5+000.00	151.07	1.82	6745.07	152.53	328701.69	339836.04	-11134.35
5+050.00	119.36	4.47	5140.49	355.57	333842.18	340191.60	-6349.42
5+100.00	87.11	10.13	3366.81	812.56	337208.99	341004.16	-3795.18
5+150.00	49.34	23.27	1367.57	2355.45	338576.56	343359.62	-4783.05
5+200.00	10.24	76.00	273.41	4817.50	338849.98	348177.11	-9327.13
5+250.00	1.83	118.25	120.04	5854.44	338970.01	354031.55	-15061.54
5+300.00	3.02	115.94	296.86	5525.61	339266.88	359557.16	-20290.28
5+350.00	9.46	105.18	609.25	4929.28	339876.12	364486.44	-24610.32
5+400.00	15.14	92.14	989.81	4012.81	340865.93	368499.25	-27633.32
5+450.00	24.86	68.93	2522.02	1562.72	343387.95	370061.97	-26674.02
5+494.03	97.69	10.56	656.21	46.32	344044.16	370108.29	-26064.13
5+500.00	119.42	5.53	520.51	15.15	344564.67	370123.44	-25558.78
5+504.03	128.95	2.56	1254.42	9.82	345819.09	370133.26	-24314.17
5+512.76	145.74	0.24	344.17	0.18	346163.26	370133.44	-23970.19
5+515.09	149.88	0.00	6533.45	0.00	352696.71	370133.44	-17436.73
5+550.00	210.11	0.00	1660.71	0.00	354357.42	370133.44	-15776.02
5+557.58	209.13	0.00	454.28	0.00	354811.71	370133.44	-15321.73
5+559.76	208.40	0.00	2005.90	0.00	356817.61	370133.44	-13315.83
5+569.76	201.93	0.00	198.58	0.00	357016.19	370133.44	-13117.25
5+570.79	201.58	0.00	5862.94	0.00	362879.13	370133.44	-7254.31
5+600.00	199.86	0.00	7454.71	409.60	370333.84	370543.04	-209.20
5+650.00	103.56	24.58	2034.24	1627.91	372368.08	372170.95	197.13
5+683.83	25.47	76.44	327.75	1460.37	372695.83	373631.32	-935.49
5+700.00	17.62	95.42	557.15	4994.64	373252.98	378625.96	-5372.98
5+750.00	6.74	94.39	349.38	3269.14	373602.36	381895.10	-8292.74
5+785.11	14.74	82.76	223.34	1190.28	373825.70	383085.38	-9259.68
5+800.00	15.27	77.19	254.45	4808.36	374080.15	387893.74	-13813.59
5+850.00	0.00	116.49	0.00	7153.42	374080.15	395047.16	-20967.01
5+900.00	0.00	171.41	0.00	9780.07	374080.15	404827.23	-30747.08
5+950.00	0.00	220.83	0.00	11203.67	374080.15	416030.90	-41950.75
6+000.00	0.00	227.33	0.00	7994.43	374080.15	424025.33	-49945.18
6+037.37	0.00	200.78	0.00	2422.83	374080.15	426448.16	-52368.01
6+050.00	0.00	187.23	0.00	1331.16	374080.15	427779.32	-53699.16
6+057.37	0.00	184.17	0.00	1771.06	374080.15	429550.38	-55470.23
6+067.41	0.00	180.80	0.00	3707.88	374080.15	433258.26	-59178.11
6+087.41	0.00	183.91	0.00	2367.05	374080.15	435625.31	-61545.16
6+100.00	0.00	192.28	0.00	3939.53	374080.15	439564.85	-65484.70
6+119.83	0.00	205.08	0.00	4296.45	374080.15	443861.30	-69781.15
6+139.83	0.00	218.10	0.00	2303.21	374080.15	446164.51	-72084.35
6+150.00	0.00	221.96	0.00	11091.23	374080.15	457255.74	-83175.59

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
6+200.00	0.00	209.09	0.00	5902.65	374080.15	463158.39	-89078.24
6+230.10	0.00	171.94	0.00	2983.06	374080.15	466141.45	-92061.30
6+250.00	0.00	133.59	0.00	14.01	374080.15	466155.47	-92075.32
6+250.10	0.00	133.43	0.00	5602.52	374080.15	471757.98	-97677.83
6+300.00	0.00	92.40	100.00	3500.16	374180.15	475258.14	-101077.99
6+350.00	6.00	49.79	988.85	1280.76	375169.00	476538.90	-101369.90
6+400.00	38.19	7.60	3519.53	126.69	378688.53	476665.59	-97977.06
6+450.00	108.58	0.00	1809.68	1953.68	380498.21	478619.27	-98121.06
6+500.00	0.00	117.22	57.79	3963.02	380556.00	482582.29	-102026.29
6+539.68	4.37	83.48	33.85	779.39	380589.85	483361.67	-102771.82
6+550.00	2.21	69.25	27.60	621.06	380617.45	483982.74	-103365.29
6+559.68	3.33	62.99	11.29	182.52	380628.74	484165.25	-103536.51
6+562.72	3.75	61.81	259.80	2012.03	380888.54	486177.28	-105288.75
6+600.00	10.80	46.50	776.72	1947.73	381665.26	488125.02	-106459.76
6+650.00	20.82	31.87	2083.30	582.33	383748.56	488707.35	-104958.79
6+700.00	66.87	0.25	3618.73	3.46	387367.29	488710.81	-101343.52
6+741.52	109.15	0.00	965.69	0.00	388332.98	488710.81	-100377.83
6+750.00	120.38	0.00	1404.60	0.00	389737.58	488710.81	-98973.23
6+761.52	129.71	0.00	3590.39	0.00	393327.97	488710.81	-95382.84
6+788.87	144.09	0.00	1427.99	118.53	394755.96	488829.34	-94073.38
6+800.00	104.28	32.61	616.47	404.03	395372.44	489233.37	-93860.93
6+808.87	38.14	60.92	114.54	391.50	395486.97	489624.87	-94137.90
6+814.47	6.96	79.38	116.01	1230.55	395602.99	490855.42	-95252.44
6+834.47	4.44	47.52	228.57	439.86	395831.55	491295.28	-95463.73
6+850.00	26.90	14.66	1809.85	181.58	397641.40	491476.86	-93835.46
6+883.99	80.18	0.25	1148.82	17.95	398790.22	491494.81	-92704.59
6+900.00	67.10	2.28	258.86	11.49	399049.07	491506.30	-92457.22
6+903.99	63.25	3.50	18.13	1.02	399067.21	491507.32	-92440.11
6+904.28	62.97	3.60	576.47	61.14	399643.67	491568.46	-91924.78
6+914.28	54.90	8.70	2428.64	647.33	402072.31	492215.79	-90143.48
6+950.00	89.52	27.51	923.60	290.44	402995.91	492506.23	-89510.32
6+960.27	101.44	26.22	1114.06	237.34	404109.97	492743.56	-88633.60
6+970.27	115.23	22.60	230.51	44.48	404340.47	492788.04	-88447.57
6+972.25	117.36	22.28	1169.12	213.82	405509.59	493001.87	-87492.28
6+982.25	110.12	21.66	848.24	671.68	406357.83	493673.55	-87315.72
7+000.00	4.36	61.25	534.68	2081.87	406892.51	495755.42	-88862.90
7+050.00	17.54	27.76	1573.50	276.44	408466.01	496031.86	-87565.84
7+080.46	91.14	0.00	1086.84	0.00	409552.85	496031.86	-86479.00
7+090.46	131.72	0.00	1366.35	0.00	410919.20	496031.86	-85112.65
7+100.00	155.03	0.00	4956.23	0.00	415875.44	496031.86	-80156.42
7+129.31	183.52	0.00	3574.04	0.00	419449.48	496031.86	-76582.38
7+149.31	179.61	0.00	120.08	0.00	419569.56	496031.86	-76462.30
7+150.00	180.43	0.00	8452.27	0.00	428021.82	496031.86	-68010.03
7+200.00	167.87	0.00	6072.86	122.19	434094.69	496154.05	-62059.36
7+250.00	88.73	7.15	1753.80	264.84	435848.49	496418.89	-60570.40
7+272.45	75.13	15.84	156.77	36.25	436005.26	496455.14	-60449.88
7+274.54	74.61	18.83	1134.77	1205.00	437140.03	497660.14	-60520.11
7+300.00	17.19	90.41	293.69	6918.94	437433.72	504579.08	-67145.36
7+350.00	0.00	206.30	0.00	8050.48	437433.72	512629.56	-75195.84
7+400.00	0.00	127.36	412.36	1096.60	437846.08	513726.17	-75880.09
7+420.36	59.52	8.31	7.23	0.97	437853.31	513727.14	-75873.83
7+420.48	60.52	7.85	3544.58	80.45	441397.89	513807.59	-72409.70
7+450.00	206.59	0.00	5735.87	274.24	447133.76	514081.83	-66948.07

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
7+500.00	52.57	15.92	442.70	3491.03	447576.46	517572.86	-69996.39
7+526.17	0.00	293.80	0.00	1071.02	447576.46	518643.88	-71067.42
7+529.70	0.00	312.07	0.00	3203.48	447576.46	521847.36	-74270.89
7+539.70	0.00	340.06	0.00	3323.62	447576.46	525170.98	-77594.51
7+550.00	0.00	328.78	0.00	10309.24	447576.46	535480.22	-87903.75
7+589.32	0.00	219.80	0.00	2099.84	447576.46	537580.05	-90003.59
7+599.32	0.00	192.15	0.00	129.27	447576.46	537709.32	-90132.86
7+600.00	0.00	190.19	0.00	6661.43	447576.46	544370.76	-96794.29
7+650.00	0.00	83.49	0.00	163.20	447576.46	544533.96	-96957.49
7+651.98	0.00	81.36	0.00	759.44	447576.46	545293.39	-97716.93
7+661.98	0.00	69.02	1.53	2284.00	447578.00	547577.39	-99999.39
7+697.00	0.14	58.60	1.64	172.62	447579.64	547750.01	-100170.37
7+700.00	1.05	59.21	10.28	451.21	447589.91	548201.22	-100611.31
7+707.00	1.85	71.06	20.15	4362.90	447610.07	552564.12	-104954.05
7+739.64	0.00	208.29	0.00	2082.33	447610.07	554646.45	-107036.38
7+749.64	0.00	217.38	0.00	74.56	447610.07	554721.01	-107110.94
7+750.00	0.00	217.66	95.01	8011.13	447705.08	562732.14	-115027.06
7+800.00	5.56	121.81	455.48	1373.00	448160.55	564105.14	-115944.58
7+824.00	34.99	15.24	31.01	14.19	448191.57	564119.33	-115927.76
7+824.89	35.03	16.82	1130.76	147.56	449322.33	564266.89	-114944.56
7+850.00	61.72	0.00	2858.16	874.83	452180.48	565141.72	-112961.23
7+900.00	60.31	50.34	664.27	4185.50	452844.75	569327.22	-116482.47
7+934.47	0.00	186.30	0.00	3413.60	452844.75	572740.82	-119896.07
7+950.00	0.00	255.14	0.00	12011.97	452844.75	584752.79	-131908.04
8+000.00	0.00	225.64	0.00	116.03	452844.75	584868.82	-132024.07
8+000.52	0.00	224.91	1504.70	8069.37	454349.45	592938.20	-138588.75
8+050.00	87.00	129.49	6686.31	3419.33	461035.76	596357.53	-135321.76
8+100.00	163.59	31.38	9225.17	496.45	470260.94	596853.98	-126593.04
8+150.00	182.62	0.00	13910.11	659.56	484171.05	597513.54	-113342.49
8+200.00	346.71	42.12	2613.33	367.95	486784.38	597881.49	-111097.10
8+207.88	269.91	63.95	77.36	18.63	486861.74	597900.12	-111038.38
8+208.17	265.99	65.12	-610.53	926.71	486251.21	598826.83	-112575.61
8+212.71	276.10	72.95	9527.35	1967.15	495778.56	600793.98	-105015.42
8+250.00	235.47	34.88	8763.97	711.04	504542.53	601505.01	-96962.48
8+300.00	121.34	1.23	2209.72	6.54	506752.24	601511.55	-94759.30
8+315.94	156.72	0.00	4150.21	0.00	510902.45	601511.55	-90609.09
8+335.94	240.81	0.00	1436.03	0.00	512338.49	601511.55	-89173.06
8+341.14	259.55	0.00	2189.38	0.00	514527.86	601511.55	-86983.69
8+350.00	277.46	0.00	2880.60	0.00	517408.46	601511.55	-84103.09
8+361.14	255.30	0.00	8625.36	181.51	526033.82	601693.06	-75659.24
8+400.00	190.26	14.01	3989.82	332.54	530023.64	602025.60	-72001.96
8+423.84	145.46	13.88	2403.07	691.32	532426.71	602716.92	-70290.21
8+443.84	103.05	58.71	564.64	401.96	532991.34	603118.89	-70127.54
8+450.00	92.08	66.36	1997.91	5798.03	534989.25	608916.91	-73927.66
8+500.00	9.33	163.29	275.69	9194.67	535264.94	618111.58	-82846.64
8+550.00	3.49	191.54	41.25	1798.41	535306.19	619909.99	-84603.80
8+559.31	6.63	181.78	485.11	3562.24	535791.30	623472.23	-87680.93
8+579.31	45.57	182.22	1602.15	2874.96	537393.46	626347.19	-88953.73
8+600.00	114.49	99.76	11988.78	1662.61	549382.24	628009.80	-78627.56
8+650.00	392.78	0.00	2461.07	0.00	551843.31	628009.80	-76166.49
8+656.21	399.46	0.00	3828.81	0.00	555672.12	628009.80	-72337.67
8+666.21	379.22	0.00	1143.89	0.00	556816.01	628009.80	-71193.79
8+669.37	370.03	0.00	8622.63	0.00	565438.64	628009.80	-62571.16

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
8+700.00	201.42	0.00	3958.51	1046.29	569397.15	629056.09	-59658.94
8+750.00	4.85	62.78	80.77	3378.63	569477.92	632434.72	-62956.80
8+800.00	0.00	72.48	37.83	1407.13	569515.75	633841.85	-64326.10
8+826.52	4.28	35.76	337.42	520.78	569853.17	634362.63	-64509.46
8+850.00	25.63	12.88	1700.36	336.47	571553.53	634699.10	-63145.57
8+900.00	39.00	2.71	1429.50	61.36	572983.03	634760.46	-61777.43
8+937.00	34.38	0.98	30.57	1.01	573013.60	634761.47	-61747.88
8+937.90	33.14	1.26	305.26	43.62	573318.85	634805.09	-61486.24
8+950.00	25.09	5.52	49.27	17.99	573368.13	634823.08	-61454.95
8+952.45	21.69	7.38	187.49	232.18	573555.62	635055.26	-61499.64
8+967.65	4.95	24.89	115.79	398.55	573671.41	635453.81	-61782.40
8+987.65	6.40	15.92	4.95	11.14	573676.36	635464.95	-61788.59
8+988.38	6.58	15.60	13.71	30.53	573690.07	635495.47	-61805.40
8+990.39	7.07	14.77	81.02	122.82	573771.09	635618.29	-61847.20
9+000.00	9.51	11.28	3.86	4.20	573774.95	635622.49	-61847.55
9+000.39	9.61	11.16	428.51	421.84	574203.45	636044.33	-61840.88
9+040.64	10.83	10.53	140.40	101.97	574343.85	636146.30	-61802.45
9+050.00	20.36	10.85	13.32	6.88	574357.18	636153.17	-61796.00
9+050.64	21.16	10.52	10.15	4.91	574367.32	636158.08	-61790.76
9+051.12	21.76	10.25	292.21	62.16	574659.53	636220.25	-61560.72
9+061.12	36.16	3.13	118.01	6.89	574777.54	636227.14	-61449.60
9+064.08	40.74	1.79	975.62	253.88	575753.16	636481.01	-60727.86
9+100.00	15.56	14.34	535.48	2995.15	576288.64	639476.16	-63187.52
9+150.00	6.51	123.32	92.63	7603.38	576381.27	647079.54	-70698.28
9+192.71	0.00	239.05	0.00	1860.74	576381.27	648940.28	-72559.02
9+200.00	0.00	268.48	0.00	4094.07	576381.27	653034.35	-76653.08
9+212.71	0.00	365.10	0.00	6497.93	576381.27	659532.28	-83151.01
9+228.35	0.00	447.07	0.00	9060.08	576381.27	668592.36	-92211.09
9+248.35	0.00	469.01	0.00	775.13	576381.27	669367.49	-92986.22
9+250.00	0.00	469.19	0.00	14156.98	576381.27	683524.48	-107143.21
9+278.73	0.00	516.67	0.00	11436.29	576381.27	694960.77	-118579.50
9+300.00	0.00	546.13	0.00	8028.31	576381.27	702989.08	-126607.82
9+314.66	0.00	539.07	0.00	6913.28	576381.27	709902.37	-133521.10
9+327.31	0.00	554.40	0.00	12500.95	576381.27	722403.31	-146022.04
9+350.00	0.00	559.72	0.00	20711.29	576381.27	743114.61	-166733.34
9+390.82	0.00	474.99	0.00	4230.25	576381.27	747344.86	-170963.59
9+400.00	0.00	447.19	0.00	4512.76	576381.27	751857.62	-175476.35
9+410.41	0.00	420.19	0.00	89.23	576381.27	751946.85	-175565.58
9+410.62	0.00	419.71	0.00	13610.56	576381.27	765557.41	-189176.14
9+446.43	0.00	341.65	0.00	1211.98	576381.27	766769.39	-190388.12
9+450.00	0.00	336.61	0.00	5329.14	576381.27	772098.52	-195717.26
9+466.43	0.00	303.74	0.00	5378.20	576381.27	777476.73	-201095.46
9+484.95	0.00	262.78	0.00	3549.03	576381.27	781025.75	-204644.49
9+500.00	0.00	218.41	0.00	1037.88	576381.27	782063.63	-205682.37
9+504.95	0.00	202.61	0.00	6550.61	576381.27	788614.25	-212232.98
9+550.00	0.00	94.93	129.27	3212.96	576510.54	791827.21	-215316.67
9+600.00	7.76	37.88	44.62	197.87	576555.16	792025.08	-215469.92
9+605.27	9.21	37.27	1555.83	798.16	578110.99	792823.24	-214712.25
9+650.00	74.03	3.16	1270.37	90.01	579381.36	792913.26	-213531.90
9+668.37	70.68	6.38	42.70	3.85	579424.05	792917.10	-213493.05
9+668.97	70.67	6.35	2986.05	68.41	582410.10	792985.52	-210575.42
9+700.00	142.98	0.00	5544.80	0.00	587954.90	792985.52	-205030.62
9+750.00	98.43	0.00	1829.49	0.00	589784.39	792985.52	-203201.13

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
9+766.39	144.51	0.00	4823.10	0.00	594607.49	792985.52	-198378.03
9+800.00	142.53	0.00	6464.22	0.00	601071.71	792985.52	-191913.81
9+850.00	116.48	0.00	4159.40	0.00	605231.11	792985.52	-187754.41
9+900.00	53.87	0.00	1138.94	1146.99	606370.05	794132.51	-187762.46
9+950.00	2.61	68.82	43.47	5381.51	606413.52	799514.02	-193100.50
10+000.00	0.00	151.85	0.00	7865.78	606413.52	807379.80	-200966.27
10+050.00	0.00	162.85	0.00	7391.81	606413.52	814771.60	-208358.08
10+100.00	0.00	133.32	0.00	6167.27	606413.52	820938.87	-214525.35
10+150.00	0.00	113.64	0.00	5217.92	606413.52	826156.79	-219743.27
10+200.00	0.00	95.35	0.00	4333.58	606413.52	830490.37	-224076.85
10+250.00	0.00	78.28	0.00	3333.55	606413.52	833823.92	-227410.40
10+300.00	0.00	55.70	0.00	1678.40	606413.52	835502.32	-229088.80
10+335.77	0.00	38.66	0.00	503.84	606413.52	836006.16	-229592.64
10+350.00	0.00	32.42	0.00	179.26	606413.52	836185.42	-229771.90
10+355.77	0.00	30.15	0.00	1088.40	606413.52	837273.82	-230860.29
10+400.00	0.00	19.83	0.00	262.34	606413.52	837536.15	-231122.63
10+413.76	0.00	18.64	0.00	359.79	606413.52	837895.94	-231482.42
10+433.76	0.00	17.18	0.00	271.71	606413.52	838167.66	-231754.14
10+450.00	0.00	16.29	1.41	747.30	606414.93	838914.96	-232500.02
10+500.00	0.08	13.64	102.74	272.48	606517.67	839187.44	-232669.77
10+550.00	5.40	0.39	61.38	1.14	606579.05	839188.58	-232609.53
10+558.70	8.84	0.00	259.93	0.00	606838.98	839188.58	-232349.60
10+578.70	17.43	0.00	449.72	0.00	607288.69	839188.58	-231899.88
10+600.00	24.59	0.00	1356.90	0.00	608645.60	839188.58	-230542.98
10+650.00	29.33	0.00	1280.21	0.00	609925.81	839188.58	-229262.77
10+700.00	21.66	0.00	457.06	0.00	610382.87	839188.58	-228805.71
10+725.83	13.68	0.00	184.30	0.58	610567.17	839189.15	-228621.99
10+745.83	5.52	0.09	19.91	0.98	610587.07	839190.13	-228603.06
10+750.00	4.06	0.42	135.70	143.06	610722.77	839333.19	-228610.42
10+800.00	1.56	6.50	44.66	252.52	610767.43	839585.71	-228818.28
10+833.53	1.12	8.61	59.19	80.37	610826.62	839666.08	-228839.45
10+850.00	6.74	2.01	51.34	2.33	610877.97	839668.41	-228790.44
10+853.53	23.30	0.00	1363.18	0.00	612241.15	839668.41	-227427.26
10+871.66	141.59	0.00	3753.60	0.00	615994.75	839668.41	-223673.66
10+891.66	241.15	0.00	1959.16	0.00	617953.91	839668.41	-221714.50
10+900.00	228.74	0.00	10249.34	0.00	628203.26	839668.41	-211465.16
10+950.00	182.12	0.00	9059.79	0.00	637263.05	839668.41	-202405.36
11+000.00	180.27	0.00	12440.57	0.00	649703.62	839668.41	-189964.79
11+050.00	324.35	0.00	11233.05	0.00	660936.67	839668.41	-178731.74
11+100.00	138.04	0.00	5668.43	0.00	666605.11	839668.41	-173063.31
11+150.00	90.38	0.00	4703.66	0.00	671308.76	839668.41	-168359.65
11+200.00	97.82	0.00	5694.05	0.00	677002.81	839668.41	-162665.60
11+250.00	130.74	0.00	7858.13	0.00	684860.94	839668.41	-154807.47
11+300.00	185.16	0.00	278.85	0.00	685139.79	839668.41	-154528.62
11+301.50	185.87	0.00	3749.86	0.00	688889.65	839668.41	-150778.77
11+321.50	195.90	0.00	5825.43	0.00	694715.07	839668.41	-144953.34
11+350.00	227.29	0.00	2477.64	0.00	697192.71	839668.41	-142475.70
11+361.21	228.32	0.00	4778.57	0.00	701971.28	839668.41	-137697.13
11+381.21	242.64	0.00	4684.65	0.00	706655.92	839668.41	-133012.49
11+400.00	256.13	0.00	13642.01	0.00	720297.94	839668.41	-119370.47
11+450.00	289.90	0.00	13568.74	0.00	733866.68	839668.41	-105801.73
11+500.00	253.26	0.00	11296.88	0.00	745163.56	839668.41	-94504.85
11+550.00	199.67	0.00	10639.14	0.00	755802.70	839668.41	-83865.71

**ALINEAMIENTO:** Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
11+600.00	226.17	0.00	7000.46	0.00	762803.16	839668.41	-76865.25
11+627.25	288.89	0.00	5282.46	0.00	768085.61	839668.41	-71582.80
11+647.25	247.49	0.00	645.44	0.00	768731.05	839668.41	-70937.36
11+650.00	234.36	0.00	7568.63	0.00	776299.68	839668.41	-63368.73
11+700.00	88.46	0.00	1583.05	82.65	777882.74	839751.06	-61868.32
11+728.77	30.63	8.45	311.21	424.01	778193.95	840175.07	-61981.12
11+748.77	3.97	38.30	4.62	47.99	778198.57	840223.06	-62024.49
11+750.00	3.55	39.84	59.19	4070.59	778257.76	844293.64	-66035.88
11+800.00	0.00	131.90	0.00	8491.28	778257.76	852784.92	-74527.16
11+850.00	0.00	210.82	0.00	938.21	778257.76	853723.13	-75465.37
11+854.45	0.00	210.79	0.00	4038.90	778257.76	857762.04	-79504.28
11+874.45	0.00	197.48	0.00	4441.53	778257.76	862203.57	-83945.81
11+900.00	0.00	157.15	0.00	930.14	778257.76	863133.70	-84875.94
11+906.16	0.00	149.92	0.00	2880.73	778257.76	866014.43	-87756.67
11+926.16	0.00	135.82	0.00	2776.72	778257.76	868791.15	-90533.39
11+950.00	0.00	98.17	343.13	2021.41	778600.89	870812.57	-92211.68
12+000.00	20.59	3.80	4094.27	63.35	782695.16	870875.92	-88180.76
12+050.00	166.52	0.00	9342.98	0.00	792038.13	870875.92	-78837.79
12+100.00	207.97	0.00	4935.59	137.96	796973.72	871013.87	-74040.16
12+150.00	21.42	8.28	289.42	164.98	797263.14	871178.85	-73915.71
12+169.03	9.75	9.07	227.58	151.89	797490.72	871330.74	-73840.02
12+189.03	12.62	6.46	143.22	66.56	797633.94	871397.30	-73763.36
12+200.00	12.51	6.11	757.74	47.46	798391.68	871444.76	-73053.07
12+223.70	54.56	0.00	1919.58	0.00	800311.27	871444.76	-71133.49
12+243.70	146.84	0.00	1035.46	0.00	801346.73	871444.76	-70098.03
12+250.00	182.43	0.00	11522.99	0.00	812869.72	871444.76	-58575.04
12+300.00	282.10	0.00	6877.44	0.00	819747.16	871444.76	-51697.60
12+325.12	265.55	0.00	4346.64	0.00	824093.80	871444.76	-47350.96
12+345.12	175.81	0.00	799.03	0.00	824892.83	871444.76	-46551.93
12+350.00	157.44	0.00	4162.90	0.00	829055.73	871444.76	-42389.03
12+394.05	45.73	0.00	246.95	0.00	829302.68	871444.76	-42142.07
12+400.00	36.46	0.00	374.02	0.02	829676.71	871444.78	-41768.07
12+414.05	17.51	0.00	209.86	367.54	829886.56	871812.32	-41925.76
12+450.00	0.00	30.30	0.00	3505.46	829886.56	875317.79	-45431.22
12+500.00	0.00	119.78	0.00	7969.48	829886.56	883287.26	-53400.70
12+550.00	0.00	202.61	0.00	10136.99	829886.56	893424.25	-63537.69
12+600.00	0.00	202.87	0.00	8725.24	829886.56	902149.49	-72262.93
12+650.00	0.00	147.60	0.00	7257.89	829886.56	909407.38	-79520.82
12+700.00	0.00	142.73	42.48	5350.18	829929.05	914757.56	-84828.51
12+750.00	2.55	74.89	1045.76	1413.74	830974.81	916171.30	-85196.48
12+800.00	49.02	1.05	3765.04	17.55	834739.85	916188.84	-81448.99
12+850.00	105.11	0.00	6046.18	0.00	840786.03	916188.84	-75402.81
12+900.00	137.46	0.00	1860.04	0.00	842646.08	916188.84	-73542.77
12+913.91	130.04	0.00	2468.40	0.00	845114.48	916188.84	-71074.37
12+933.91	119.89	0.00	1768.08	0.00	846882.56	916188.84	-69306.28
12+950.00	105.61	0.00	5740.08	0.00	852622.64	916188.84	-63566.20
13+000.00	130.24	0.00	7226.18	0.00	859848.82	916188.84	-56340.02
13+050.00	166.37	0.00	3923.99	0.00	863772.81	916188.84	-52416.04
13+072.44	191.45	0.00	3706.09	0.00	867478.90	916188.84	-48709.94
13+092.44	175.26	0.00	1303.68	0.00	868782.58	916188.84	-47406.26
13+100.00	169.55	0.00	7235.18	0.00	876017.76	916188.84	-40171.08
13+150.00	121.21	0.00	3743.78	6.01	879761.54	916194.85	-36433.31
13+200.00	36.71	0.36	1007.48	360.99	880769.03	916555.84	-35786.82

ALINEAMIENTO: Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
13+250.00	7.33	18.70	230.49	1277.24	880999.51	917833.08	-36833.57
13+300.00	2.35	33.07	360.80	994.31	881360.31	918827.39	-37467.08
13+350.00	13.64	9.18	1803.25	152.92	883163.56	918980.31	-35816.75
13+400.00	64.82	0.00	5111.63	0.00	888275.19	918980.31	-30705.12
13+450.00	144.95	0.00	10058.21	0.00	898333.40	918980.31	-20646.91
13+500.00	263.22	0.00	14716.75	0.00	913050.15	918980.31	-5930.16
13+550.00	326.59	0.00	14859.37	0.00	927909.52	918980.31	8929.21
13+600.00	268.73	0.00	12350.95	0.00	940260.48	918980.31	21280.17
13+650.00	225.93	0.00	12073.04	0.00	952333.52	918980.31	33353.21
13+700.00	257.33	0.00	12758.87	0.00	965092.39	918980.31	46112.08
13+750.00	253.03	0.00	10086.78	0.00	975179.17	918980.31	56198.86
13+800.00	154.47	0.00	4414.63	0.00	979593.80	918980.31	60613.49
13+850.00	35.92	0.00	1437.02	31.09	981030.82	919011.40	62019.42
13+900.00	22.12	1.87	880.93	168.83	981911.75	919180.23	62731.52
13+950.00	13.47	5.16	804.72	175.76	982716.47	919355.98	63360.49
14+000.00	18.87	2.10	2133.14	34.92	984849.61	919390.90	65458.71
14+050.00	72.21	0.00	4285.27	0.00	989134.88	919390.90	69743.97
14+100.00	99.95	0.00	5184.51	0.00	994319.39	919390.90	74928.49
14+150.00	107.48	0.00	4372.86	0.00	998692.25	919390.90	79301.34
14+200.00	68.86	0.00	2234.14	0.00	1000926.39	919390.90	81535.48
14+250.00	24.29	0.00	404.80	391.96	1001331.19	919782.86	81548.33
14+300.00	0.00	23.52	14.61	852.30	1001345.80	920635.16	80710.64
14+350.00	0.88	11.31	14.61	1295.59	1001360.41	921930.76	79429.65
14+400.00	0.00	44.09	0.00	2800.88	1001360.41	924731.64	76628.77
14+450.00	0.00	68.86	0.00	1910.37	1001360.41	926642.00	74718.41
14+481.56	0.00	52.57	0.00	892.59	1001360.41	927534.60	73825.81
14+500.00	0.00	44.35	0.00	1745.72	1001360.41	929280.32	72080.09
14+550.00	0.00	26.26	0.00	525.34	1001360.41	929805.66	71554.75
14+572.89	0.00	19.79	0.00	447.34	1001360.41	930253.00	71107.41
14+600.00	0.00	13.42	5.61	449.12	1001366.02	930702.12	70663.90
14+650.00	0.34	5.19	42.59	146.81	1001408.61	930848.93	70559.67
14+700.00	1.51	1.16	90.02	19.39	1001498.63	930868.32	70630.31
14+750.00	2.11	0.00	105.54	0.00	1001604.17	930868.32	70735.85
14+800.00	2.11	0.00	105.54	0.00	1001709.71	930868.32	70841.39
14+850.00	2.11	0.00	942.66	0.00	1002652.37	930868.32	71784.04
14+900.00	44.73	0.00	3303.61	0.00	1005955.98	930868.32	75087.66
14+950.00	90.03	0.00	530.17	0.00	1006486.15	930868.32	75617.83
14+955.69	96.28	0.00	132.11	0.00	1006618.26	930868.32	75749.94
14+957.69	98.69	0.00	233.03	0.00	1006851.29	930868.32	75982.97
14+959.99	103.62	0.00	3730.81	0.00	1010582.10	930868.32	79713.78
15+000.00	88.70	0.00	3212.94	0.00	1013795.03	930868.32	82926.71
15+036.34	92.76	0.00	3.84	0.00	1013798.87	930868.32	82930.55
15+036.38	92.79	0.00	658.62	0.00	1014457.49	930868.32	83589.17
15+042.89	95.98	0.00	685.33	0.00	1015142.83	930868.32	84274.50
15+050.00	96.83	0.00	2045.38	0.00	1017188.20	930868.32	86319.88
15+100.00	4.66	0.00	180.30	0.00	1017368.50	930868.32	86500.18
15+150.00	2.65	0.00	171.34	0.00	1017539.84	930868.32	86671.52
15+200.00	4.27	0.00	279.04	0.00	1017818.88	930868.32	86950.55
15+250.00	7.00	0.00	557.95	0.00	1018376.82	930868.32	87508.50
15+300.00	15.92	0.00	1154.90	0.00	1019531.73	930868.32	88663.41
15+350.00	31.12	0.00	1333.64	0.00	1020865.37	930868.32	89997.05
15+400.00	22.46	0.00	465.69	85.09	1021331.06	930953.42	90377.65
15+450.00	0.93	5.11	15.42	1093.58	1021346.48	932046.99	89299.49

**ALINEAMIENTO:** Ramal GRUPO REDONDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
15+470.00	0.00	45.30	0.00	3405.79	1021346.48	935452.79	85893.70
15+500.00	0.00	93.85	0.00	5140.77	1021346.48	940593.55	80752.93
15+520.00	0.00	112.05	0.00	5128.92	1021346.48	945722.47	75624.01
15+540.00	0.00	93.39	0.00	4143.76	1021346.48	949866.23	71480.26
15+550.00	0.00	72.79	11.28	3374.25	1021357.76	953240.48	68117.29
15+600.00	0.68	62.31	974.78	1212.82	1022332.55	954453.30	67879.25
15+650.00	51.89	1.33	839.95	21.61	<b>1023172.50</b>	<b>954474.91</b>	<b>68697.59</b>
<b>15+687.62</b>	0.00	0.00					

## ANEXO 2.2 MOVIMIENTO DE TIERRA

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+050,00	2.42	0.00	148.18	0.00	259.25	0.89	258.36
0+100,00	3.54	0.00	204.78	0.00	464.04	0.89	463.15
0+150,00	4.67	0.00	261.63	0.00	725.67	0.89	724.78
0+200,00	5.81	0.00	15.56	0.00	741.23	0.89	740.34
0+202,66	5.87	0.00	206.82	0.00	948.05	0.89	947.16
0+236,01	6.52	0.00	92.51	0.00	1040.55	0.89	1039.67
0+250,00	6.71	0.00	294.74	0.00	1335.29	0.89	1334.40
0+300,00	5.12	0.00	197.26	0.00	1532.55	0.89	1531.66
0+350,00	2.88	0.00	110.04	15.17	1642.59	16.06	1626.53
0+400,00	1.58	0.91	67.30	77.85	1709.89	93.90	1615.99
0+450,00	1.12	2.31	53.75	119.73	1763.64	213.63	1550.01
0+500,00	1.03	2.48	24.42	60.18	1788.07	273.81	1514.25
0+523,96	1.01	2.55	26.01	67.31	1814.07	341.12	1472.95
0+550,00	0.99	2.63	23.45	66.76	1837.52	407.88	1429.64
0+574,44	0.92	2.85	22.15	77.64	1859.68	485.53	1374.15
0+600,00	0.81	3.23	35.43	180.56	1895.11	666.08	1229.03
0+650,00	0.61	4.00	7.97	56.00	1903.08	722.08	1180.99
0+663,63	0.56	4.21	13.49	120.41	1916.57	842.50	1074.07
0+690,43	0.44	4.80	3.89	47.19	1920.46	889.69	1030.77
0+700,00	0.38	5.07	12.36	286.99	1932.82	1176.68	756.14
0+750,00	0.14	6.44	3.74	357.79	1936.56	1534.47	402.08
0+800,00	0.03	7.90	0.46	432.94	1937.01	1967.42	-30.40
0+850,00	0.00	9.44	0.00	511.85	1937.01	2479.27	-542.25
0+900,00	0.00	11.05	0.00	593.05	1937.01	3072.32	-1135.30
0+950,00	0.00	12.69	0.00	675.44	1937.01	3747.76	-1810.75
1+000,00	0.00	14.35	0.00	752.83	1937.01	4500.59	-2563.58
1+050,00	0.00	15.78	0.00	820.06	1937.01	5320.65	-3383.64
1+100,00	0.00	17.03	0.00	882.97	1937.01	6203.62	-4266.61
1+150,00	0.00	18.29	0.00	929.69	1937.01	7133.31	-5196.29
1+200,00	0.00	18.89	0.00	947.89	1937.01	8081.20	-6144.18
1+250,00	0.00	19.02	0.00	954.23	1937.01	9035.42	-7098.41
1+300,00	0.00	19.15	0.00	935.77	1937.01	9971.19	-8034.17
1+350,00	0.00	18.29	0.00	873.17	1937.01	10844.35	-8907.34
1+400,00	0.00	16.65	0.00	780.71	1937.01	11625.06	-9688.05
1+450,00	0.00	14.60	0.00	511.40	1937.01	12136.46	-10199.45
1+489,31	0.00	11.48	0.00	90.19	1937.01	12226.65	-10289.63
1+497,45	0.00	10.72	0.00	27.05	1937.01	12253.70	-10316.69
1+500,00	0.00	10.48	6.27	381.50	1943.28	12635.20	-10691.91
1+550,00	0.38	5.10	79.76	84.99	2023.04	12720.19	-10697.14
1+600,00	3.30	0.00	480.97	0.00	2504.01	12720.19	-10216.17
1+650,00	17.89	0.00	816.00	0.00	3320.02	12720.19	-9400.17
1+700,00	14.80	0.00	581.61	0.00	3901.63	12720.19	-8818.56
1+750,00	8.73	0.00	338.76	0.00	4240.39	12720.19	-8479.79

ALINEAMIENTO:

Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
1+800,00	5.00	0.00	210.77	0.00	4451.17	12720.19	-8269.02
1+850,00	3.48	0.00	172.95	0.00	4624.12	12720.19	-8096.07
1+900,00	3.44	0.00	171.88	0.00	4796.00	12720.19	-7924.19
1+950,00	3.44	0.00	171.88	0.00	4967.88	12720.19	-7752.31
2+000,00	3.44	0.00	171.88	0.00	5139.75	12720.19	-7580.43
2+050,00	3.44	0.00	171.88	0.00	5311.63	12720.19	-7408.55
2+100,00	3.44	0.00	171.88	0.00	5483.51	12720.19	-7236.68
2+150,00	3.44	0.00	171.88	0.00	5655.39	12720.19	-7064.80
2+200,00	3.44	0.00	171.88	0.00	5827.27	12720.19	-6892.92
2+250,00	3.44	0.00	171.88	0.00	5999.14	12720.19	-6721.04
2+300,00	3.44	0.00	171.88	0.00	6171.02	12720.19	-6549.16
2+350,00	3.44	0.00	171.88	0.00	6342.90	12720.19	-6377.29
2+400,00	3.44	0.00	171.88	0.00	6514.78	12720.19	-6205.41
2+450,00	3.44	0.00	171.88	0.00	6686.65	12720.19	-6033.53
2+500,00	3.44	0.00	171.88	0.00	6858.53	12720.19	-5861.65
2+550,00	3.44	0.00	156.70	0.00	7015.23	12720.19	-5704.95
2+600,00	2.84	0.00	112.05	10.55	7127.28	12730.73	-5603.45
2+650,00	1.69	0.63	589.14	10.55	7716.42	12741.28	-5024.86
2+700,00	26.91	0.00	2484.99	0.00	10201.42	12741.28	-2539.86
2+750,00	76.74	0.00	4987.42	0.00	15188.83	12741.28	2447.55
2+800,00	124.68	0.00	7083.71	0.00	22272.54	12741.28	9531.26
2+850,00	159.38	0.00	8828.54	0.00	31101.09	12741.28	18359.80
2+900,00	194.34	0.00	10431.16	0.00	41532.24	12741.28	28790.96
2+950,00	223.24	0.00	11725.11	0.00	53257.36	12741.28	40516.08
3+000,00	245.95	0.00	12836.94	0.00	66094.30	12741.28	53353.01
3+050,00	267.68	0.00	13940.55	0.00	80034.85	12741.28	67293.57
3+100,00	290.09	0.00	15078.37	0.00	95113.22	12741.28	82371.94
3+150,00	313.19	0.00	16250.39	0.00	111363.61	12741.28	98622.33
3+200,00	336.97	0.00	17456.61	0.00	128820.22	12741.28	116078.94
3+250,00	361.44	0.00	18155.62	0.00	146975.85	12741.28	134234.57
3+300,00	364.79	0.00	14759.73	0.00	161735.58	12741.28	148994.29
3+339,48	383.06	0.00	3471.36	0.00	165206.94	12741.28	152465.65
3+348,76	368.62	0.00	456.39	0.00	165663.33	12741.28	152922.05
3+350,00	364.90	0.00	14237.55	0.00	179900.88	12741.28	167159.60
3+400,00	211.53	0.00	6812.20	0.00	186713.08	12741.28	173971.80
3+438,77	142.21	0.00	1510.54	0.00	188223.63	12741.28	175482.35
3+450,00	128.96	0.00	5368.97	0.00	193592.60	12741.28	180851.32
3+500,00	88.85	0.00	1397.64	0.00	194990.24	12741.28	182248.96
3+518,18	66.86	0.00	2148.99	0.00	197139.23	12741.28	184397.95
3+550,00	68.21	0.00	4799.25	0.00	201938.48	12741.28	189197.20
3+600,00	126.76	0.00	8508.84	0.00	210447.32	12741.28	197706.04
3+650,00	217.67	0.00	10627.23	0.00	221074.56	12741.28	208333.28
3+700,00	207.46	0.00	11488.79	0.00	232563.34	12741.28	219822.06
3+750,00	252.84	0.00	10643.76	0.00	243207.11	12741.28	230465.83
3+800,00	175.27	0.00	6861.07	0.00	250068.18	12741.28	237326.89
3+850,00	102.41	0.00	2778.72	0.00	252846.90	12741.28	240105.62
3+900,00	19.56	0.00	325.95	970.05	253172.85	13711.33	239461.52
3+950,00	0.00	58.20	0.00	3166.74	253172.85	16878.07	236294.78
4+000,00	0.00	68.61	0.00	3333.41	253172.85	20211.49	232961.37
4+050,00	0.00	64.75	0.00	2051.04	253172.85	22262.53	230910.33
4+100,00	0.00	21.24	288.46	353.93	253461.32	22616.46	230844.86
4+150,00	17.31	0.00	1868.44	0.00	255329.76	22616.46	232713.30
4+200,00	62.03	0.00	4101.42	0.00	259431.18	22616.46	236814.72

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
4+250,00	103.81	0.00	6321.18	0.00	265752.36	22616.46	243135.90
4+300,00	150.48	0.00	8811.18	0.00	274563.54	22616.46	251947.08
4+350,00	203.29	0.00	11642.28	0.00	286205.81	22616.46	263589.35
4+400,00	263.71	0.00	14867.95	0.00	301073.77	22616.46	278457.31
4+450,00	332.33	0.00	16944.91	0.00	318018.68	22616.46	295402.22
4+500,00	345.51	0.00	17308.10	0.00	335326.77	22616.46	312710.31
4+550,00	346.81	0.00	17438.58	0.00	352765.35	22616.46	330148.89
4+600,00	350.73	0.00	17700.73	0.00	370466.08	22616.46	347849.62
4+650,00	357.31	0.00	18096.87	0.00	388562.95	22616.46	365946.49
4+700,00	366.59	0.00	18596.97	0.00	407159.92	22616.46	384543.46
4+750,00	377.32	0.00	19136.43	0.00	426296.35	22616.46	403679.89
4+800,00	388.17	0.00	19682.14	0.00	445978.49	22616.46	423362.03
4+850,00	399.14	0.00	20234.10	0.00	466212.59	22616.46	443596.13
4+900,00	410.25	0.00	20792.31	0.00	487004.90	22616.46	464388.44
4+950,00	421.47	0.00	19864.99	0.00	506869.89	22616.46	484253.43
4+996,55	432.04	0.00	1491.80	0.00	508361.69	22616.46	485745.23
5+000,00	432.82	0.00	17136.08	0.00	525497.77	22616.46	502881.31
5+039,59	432.24	0.00	4389.38	0.00	529887.15	22616.46	507270.69
5+050,00	410.87	0.00	17744.60	0.00	547631.75	22616.46	525015.29
5+100,00	301.72	0.00	12617.61	0.00	560249.36	22616.46	537632.90
5+150,00	206.02	0.00	2674.72	0.00	562924.08	22616.46	540307.62
5+163,80	181.98	0.00	3015.52	0.00	565939.60	22616.46	543323.14
5+181,88	151.39	0.00	2473.44	0.00	568413.03	22616.46	545796.57
5+200,00	122.15	0.00	4210.68	0.00	572623.72	22616.46	550007.26
5+250,00	51.32	0.00	983.41	51.60	573607.13	22668.06	550939.07
5+300,00	0.90	3.10	6.78	227.87	573613.91	22895.92	550717.99
5+322,67	0.00	19.32	0.00	335.43	573613.91	23231.35	550382.56
5+336,28	0.00	30.35	0.00	494.66	573613.91	23726.01	549887.91
5+350,00	0.00	42.07	0.00	3235.11	573613.91	26961.12	546652.79
5+400,00	0.00	90.38	0.00	3618.43	573613.91	30579.55	543034.36
5+439,05	0.00	94.95	0.00	1027.99	573613.91	31607.54	542006.37
5+450,00	0.00	92.85	0.00	4390.35	573613.91	35997.89	537616.03
5+500,00	0.00	82.86	0.00	545.32	573613.91	36543.21	537070.70
5+506,64	0.00	81.50	0.00	3343.42	573613.91	39886.62	533727.29
5+550,00	0.00	72.78	0.00	3393.51	573613.91	43280.13	530333.78
5+600,00	0.00	63.08	0.00	2888.27	573613.91	46168.40	527445.51
5+649,46	0.00	53.84	0.00	29.19	573613.91	46197.59	527416.32
5+650,00	0.00	53.75	0.00	1231.03	573613.91	47428.61	526185.30
5+673,87	0.00	49.42	0.00	1230.36	573613.91	48658.98	524954.94
5+700,00	0.00	44.79	0.00	2021.30	573613.91	50680.28	522933.63
5+750,00	0.00	36.21	0.00	1601.18	573613.91	52281.46	521332.45
5+800,00	0.00	28.01	0.00	1212.13	573613.91	53493.59	520120.32
5+850,00	0.00	20.66	0.00	876.09	573613.91	54369.68	519244.23
5+900,00	0.00	14.56	0.00	599.45	573613.91	54969.13	518644.78
5+950,00	0.00	9.59	3.61	382.31	573617.52	55351.45	518266.08
6+000,00	0.22	5.85	23.58	226.14	573641.10	55577.59	518063.51
6+050,00	0.79	3.31	52.19	120.02	573693.29	55697.61	517995.67
6+100,00	1.33	1.59	75.54	52.94	573768.83	55750.55	518018.28
6+150,00	1.70	0.60	67.18	16.78	573836.01	55767.33	518068.67
6+188,02	1.83	0.30	6.24	1.00	573842.25	55768.33	518073.91
6+191,43	1.83	0.29	15.75	2.44	573857.99	55770.77	518087.22
6+200,00	1.84	0.28	91.93	13.97	573949.92	55784.74	518165.19
6+250,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574041.86	55798.71	518243.15

ALINEAMIENTO:

Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
6+300,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574133.79	55812.68	518321.11
6+350,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574225.72	55826.65	518399.07
6+400,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574317.65	55840.62	518477.03
6+450,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574409.58	55854.59	518554.99
6+500,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574501.51	55868.56	518632.95
6+550,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574593.45	55882.53	518710.91
6+600,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574685.38	55896.50	518788.88
6+650,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574777.31	55910.47	518866.84
6+700,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574869.24	55924.44	518944.80
6+750,00	1.84	0.28	91.93	13.97	574961.17	55938.41	519022.76
6+800,00	1.84	0.28	91.93	13.97	575053.10	55952.38	519100.72
6+850,00	1.84	0.28	91.93	13.97	575145.04	55966.35	519178.68
6+900,00	1.84	0.28	30.64	763.59	575175.68	56729.94	518445.74
6+950,00	0.00	42.11	0.00	4001.08	575175.68	60731.03	514444.65
7+000,00	0.00	125.32	0.00	6127.11	575175.68	66858.14	508317.54
7+050,00	0.00	119.79	0.00	6088.89	575175.68	72947.03	502228.65
7+100,00	0.00	123.78	0.00	6114.55	575175.68	79061.58	496114.10
7+150,00	0.00	120.81	0.00	5915.60	575175.68	84977.18	490198.50
7+200,00	0.00	115.83	0.00	5594.28	575175.68	90571.46	484604.22
7+250,00	0.00	107.98	0.00	6708.09	575175.68	97279.55	477896.13
7+300,00	0.00	162.17	0.00	7605.66	575175.68	104885.21	470290.47
7+350,00	0.00	142.27	0.00	7592.67	575175.68	112477.89	462697.79
7+400,00	0.00	161.64	0.00	8144.65	575175.68	120622.54	454553.14
7+450,00	0.00	164.15	0.00	8270.55	575175.68	128893.09	446282.59
7+500,00	0.00	166.68	0.00	8397.16	575175.68	137290.25	437885.43
7+550,00	0.00	169.21	0.00	8524.49	575175.68	145814.73	429360.95
7+600,00	0.00	171.77	0.00	8652.53	575175.68	154467.26	420708.42
7+650,00	0.00	174.34	0.00	8781.29	575175.68	163248.55	411927.13
7+700,00	0.00	176.92	0.00	8910.76	575175.68	172159.31	403016.37
7+750,00	0.00	179.52	0.00	3628.60	575175.68	175787.91	399387.77
7+770,15	0.00	180.57	0.00	4187.82	575175.68	179975.74	395199.94
7+793,31	0.00	179.33	0.00	1195.98	575175.68	181171.72	394003.96
7+800,00	0.00	178.28	0.00	8718.62	575175.68	189890.34	385285.34
7+850,00	0.00	170.49	0.00	8332.31	575175.68	198222.64	376953.04
7+900,00	0.00	162.83	0.00	7952.54	575175.68	206175.18	369000.50
7+950,00	0.00	155.30	0.00	7579.32	575175.68	213754.50	361421.18
8+000,00	0.00	147.90	0.00	7212.64	575175.68	220967.14	354208.54
8+050,00	0.00	140.63	0.00	6852.51	575175.68	227819.65	347356.03
8+100,00	0.00	133.50	0.00	6498.92	575175.68	234318.57	340857.11
8+150,00	0.00	126.49	0.00	1950.88	575175.68	236269.45	338906.23
8+165,56	0.00	124.34	0.00	1682.05	575175.68	237951.50	337224.18
8+179,21	0.00	123.20	0.00	2553.30	575175.68	240504.80	334670.88
8+200,00	0.00	122.45	0.00	5965.34	575175.68	246470.14	328705.54
8+250,00	0.00	116.19	0.00	5475.75	575175.68	251945.90	323229.78
8+300,00	0.00	102.97	0.00	4742.80	575175.68	256688.69	318486.99
8+350,00	0.00	86.96	0.00	3953.19	575175.68	260641.89	314533.79
8+400,00	0.00	71.42	0.00	3196.64	575175.68	263838.52	311337.16
8+450,00	0.00	56.73	0.00	2483.43	575175.68	266321.95	308853.73
8+500,00	0.00	42.93	0.00	108.52	575175.68	266430.47	308745.21
8+502,55	0.00	42.25	0.00	1706.29	575175.68	268136.77	307038.91
8+550,00	0.00	30.02	0.00	1187.43	575175.68	269324.19	305851.48
8+600,00	0.00	17.99	1.39	590.09	575177.07	269914.28	305262.79
8+648,04	0.09	7.35	0.21	13.99	575177.28	269928.27	305249.01

ALINEAMIENTO:

Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
8+650,00	0.12	6.96	39.98	144.01	575217.26	270072.28	305144.98
8+700,00	1.76	0.28	16.39	2.56	575233.65	270074.84	305158.81
8+709,09	1.84	0.28	75.22	11.43	575308.86	270086.27	305222.60
8+750,00	1.84	0.28	91.93	13.97	575400.80	270100.24	305300.56
8+800,00	1.84	0.28	2.68	0.41	575403.48	270100.84	305302.83
8+801,46	1.84	0.28	48.27	5.55	575451.75	270106.19	305345.56
8+822,74	2.69	0.24	101.39	5.66	575553.14	270111.85	305441.29
8+850,00	4.85	0.17	218.62	9.50	575771.75	270121.35	305650.41
8+900,00	3.91	0.21	165.67	11.47	575937.42	270132.82	305804.60
8+950,00	2.75	0.25	15.98	1.49	575953.40	270134.31	305819.09
8+955,88	2.68	0.26	51.56	4.50	576004.96	270138.82	305866.14
8+973,71	3.01	0.25	75.49	6.90	576080.45	270145.72	305934.73
9+000,00	2.73	0.27	113.50	13.83	576193.95	270159.55	306034.40
9+050,00	1.84	0.28	91.93	13.97	576285.88	270173.52	306112.36
9+100,00	1.84	0.28	91.93	13.97	576377.82	270187.49	306190.32
9+150,00	1.84	0.28	91.93	13.97	576469.75	270201.46	306268.29
9+200,00	1.84	0.28	88.86	20.84	576558.61	270222.30	306336.30
9+250,00	1.72	0.57	210.26	49.02	576768.87	270271.32	306497.55
9+300,00	7.35	1.46	1349.91	94.00	578118.78	270365.32	307753.46
9+350,00	53.77	2.34	971.09	185.46	579089.87	270550.78	308539.09
9+400,00	0.32	5.28	5.39	341.73	579095.26	270892.51	308202.75
9+450,00	0.00	8.52	0.00	100.34	579095.26	270992.85	308102.41
9+461,20	0.00	9.41	140.84	121.69	579236.10	271114.54	308121.56
9+500,00	10.79	0.00	188.61	0.00	579424.71	271114.54	308310.17
9+512,23	20.12	0.00	1214.37	0.00	580639.08	271114.54	309524.54
9+550,00	45.93	0.00	3129.31	0.00	583768.38	271114.54	312653.85
9+600,00	80.88	0.00	1883.07	0.00	585651.46	271114.54	314536.92
9+621,13	97.59	0.00	3174.39	0.00	588825.84	271114.54	317711.31
9+650,00	122.11	0.00	1982.93	0.00	590808.77	271114.54	319694.23
9+665,27	137.03	0.00	5281.34	0.00	596090.11	271114.54	324975.57
9+700,00	167.65	0.00	8467.05	0.00	604557.16	271114.54	333442.62
9+750,00	171.03	0.00	6662.60	0.00	611219.76	271114.54	340105.23
9+789,47	166.57	0.00	1755.86	0.00	612975.62	271114.54	341861.09
9+800,00	166.08	0.00	2510.16	0.00	615485.79	271114.54	344371.25
9+815,16	164.15	0.00	5589.71	0.00	621075.49	271114.54	349960.96
9+850,00	156.77	0.00	7482.29	0.00	628557.79	271114.54	357443.25
9+900,00	142.64	0.00	6677.15	0.00	635234.94	271114.54	364120.40
9+950,00	124.65	0.00	3444.95	0.00	638679.89	271114.54	367565.36
9+979,06	112.55	0.00	2254.88	0.00	640934.78	271114.54	369820.24
10+000,00	102.30	0.00	1924.02	0.00	642858.80	271114.54	371744.26
10+019,85	91.17	0.00	2594.56	0.00	645453.36	271114.54	374338.82
10+050,00	81.03	0.00	3393.36	0.00	648846.72	271114.54	377732.18
10+100,00	55.51	0.00	2001.75	0.00	650848.47	271114.54	379733.93
10+150,00	26.35	0.00	532.77	50.85	651381.24	271165.39	380215.85
10+200,00	0.86	3.05	666.56	50.85	652047.79	271216.24	380831.56
10+250,00	33.75	0.00	1871.13	0.00	653918.93	271216.24	382702.69
10+300,00	41.22	0.00	716.13	314.49	654635.06	271530.73	383104.33
10+350,00	0.07	18.87	1.14	2890.45	654636.20	274421.18	380215.02
10+400,00	0.00	109.17	0.00	5639.42	654636.20	280060.60	374575.60
10+450,00	0.00	116.45	0.00	3954.52	654636.20	284015.12	370621.08
10+500,00	0.00	46.91	0.00	1355.04	654636.20	285370.17	369266.03
10+550,00	0.00	11.33	0.00	1251.24	654636.20	286621.41	368014.79
10+600,00	0.00	41.94	0.00	2628.59	654636.20	289250.00	365386.20

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
10+650,00	0.00	63.97	0.00	4463.42	654636.20	293713.41	360922.79
10+700,00	0.00	117.23	0.00	2723.84	654636.20	296437.25	358198.95
10+725,72	0.00	94.99	0.00	2306.17	654636.20	298743.42	355892.78
10+750,00	0.00	98.51	0.00	4343.14	654636.20	303086.55	351549.65
10+787,37	0.00	139.71	0.00	1894.40	654636.20	304980.95	349655.25
10+800,00	0.00	160.45	0.00	14424.29	654636.20	319405.24	335230.96
10+850,00	0.00	439.46	0.00	28509.23	654636.20	347914.47	306721.73
10+900,00	0.00	711.80	0.00	36857.44	654636.20	384771.91	269864.29
10+950,00	0.00	762.80	0.00	8742.44	654636.20	393514.35	261121.85
10+961,37	0.00	775.22	0.00	30691.78	654636.20	424206.13	230430.07
11+000,00	0.00	813.80	0.00	6507.19	654636.20	430713.32	223922.88
11+008,05	0.00	801.36	0.00	27598.65	654636.20	458311.96	196324.24
11+050,00	0.00	524.28	0.00	6785.19	654636.20	465097.16	189539.04
11+062,78	0.00	537.83	0.00	14379.81	654636.20	479476.97	175159.23
11+100,00	0.00	259.93	0.00	3011.49	654636.20	482488.46	172147.74
11+120,19	0.00	67.49	1204.33	572.28	655840.53	483060.74	172779.79
11+145,63	142.02	0.00	736.26	0.00	656576.79	483060.74	173516.05
11+150,00	183.99	0.00	16060.03	0.00	672636.82	483060.74	189576.08
11+200,00	462.29	0.00	1482.43	0.00	674119.25	483060.74	191058.51
11+203,10	476.99	0.00	27173.42	0.00	701292.67	483060.74	218231.93
11+250,00	688.33	0.00	23226.28	0.00	724518.95	483060.74	241458.21
11+300,00	272.30	0.00	5537.01	532.77	730055.96	483593.52	246462.44
11+350,00	9.38	31.97	158.38	2524.23	730214.34	486117.75	244096.59
11+400,00	0.00	71.63	0.03	4855.57	730214.36	490973.32	239241.04
11+450,00	0.00	125.05	0.00	9953.94	730214.36	500927.27	229287.10
11+500,00	0.00	283.80	0.00	18126.51	730214.36	519053.77	211160.59
11+550,00	0.00	447.45	0.00	27197.79	730214.36	546251.56	183962.80
11+600,00	0.00	646.56	0.00	31155.23	730214.36	577406.79	152807.58
11+650,00	0.00	599.94	0.00	16768.60	730214.36	594175.38	136038.98
11+700,00	0.00	128.51	0.00	9635.62	730214.36	603811.01	126403.36
11+750,00	0.00	265.07	0.00	10025.38	730214.36	613836.38	116377.98
11+800,00	0.00	142.27	1147.83	2614.88	731362.19	616451.26	114910.93
11+850,00	68.87	1.26	339.91	9.72	731702.10	616460.98	115241.11
11+855,03	66.26	2.70	1100.21	76.45	732802.30	616537.43	116264.87
11+874,41	52.32	4.83	1169.66	278.11	733971.96	616815.54	117156.42
11+900,00	39.41	18.36	980.41	1854.95	734952.37	618670.49	116281.88
11+950,00	5.16	59.80	136.82	3791.71	735089.19	622462.20	112627.00
12+000,00	0.90	93.09	17.99	1318.30	735107.18	623780.49	111326.68
12+014,42	1.63	89.75	92.62	2420.29	735199.80	626200.78	108999.02
12+050,00	4.02	44.05	143.10	1450.76	735342.90	627651.55	107691.35
12+075,37	8.07	66.71	41.02	1849.96	735383.92	629501.51	105882.41
12+090,62	0.00	185.93	0.00	2106.71	735383.92	631608.21	103775.70
12+100,00	0.00	250.70	0.00	364.73	735383.92	631972.94	103410.98
12+101,38	0.00	261.59	0.00	21639.03	735383.92	635361.98	81771.94
12+150,00	0.00	658.59	0.00	5360.28	735383.92	658972.26	76411.66
12+157,78	0.00	720.44	0.00	29342.51	735383.92	688314.77	47069.15
12+196,37	0.00	790.98	0.00	2845.71	735383.92	691160.48	44223.44
12+200,00	0.00	776.41	0.00	33273.78	735383.92	724434.26	10949.66
12+250,00	0.00	560.40	0.00	17969.90	735383.92	742404.16	-7020.24
12+300,00	0.00	190.80	1316.24	1513.84	736700.16	743918.00	-7217.84
12+323,80	165.90	0.00	386.58	0.00	737086.74	743918.00	-6831.26
12+326,24	168.71	0.00	3721.11	0.00	740807.85	743918.00	-3110.15
12+350,00	144.79	0.00	4712.15	0.00	745519.99	743918.00	1601.99
12+400,00	51.55	0.00	859.16	468.49	746379.15	744386.49	1992.66

ALINEAMIENTO:

Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
12+450,00	0.00	28.11	0.00	5006.26	746379.15	749392.75	-3013.60
12+500,00	0.00	197.72	0.00	3791.74	746379.15	753184.49	-6805.34
12+517,18	0.00	244.49	0.00	2683.06	746379.15	755867.55	-9488.40
12+528,23	0.00	233.40	0.00	4340.98	746379.15	760208.53	-13829.38
12+550,00	0.00	167.21	0.00	293.33	746379.15	760501.86	-14122.71
12+551,80	0.00	159.64	0.00	5726.41	746379.15	766228.27	-19849.12
12+576,10	0.00	332.06	0.00	7772.60	746379.15	774000.87	-27621.71
12+600,00	0.00	318.53	0.00	16631.33	746379.15	790632.19	-44253.04
12+650,00	0.00	346.93	0.00	12893.30	746379.15	803525.49	-57146.34
12+700,00	0.00	178.10	0.00	2195.82	746379.15	805721.31	-59342.16
12+717,72	0.00	76.71	0.00	246.52	746379.15	805967.84	-59588.68
12+721,98	0.00	45.49	3.24	1299.74	746382.39	807267.58	-60885.19
12+750,00	0.35	47.30	5.78	7215.02	746388.17	814482.60	-68094.43
12+800,00	0.00	272.14	0.00	9088.11	746388.17	823570.71	-77182.54
12+850,00	0.00	104.50	0.00	3021.85	746388.17	826592.55	-80204.38
12+883,38	0.00	77.23	0.00	158.15	746388.17	826750.71	-80362.54
12+885,43	0.00	70.27	0.00	1026.48	746388.17	827777.19	-81389.02
12+900,00	0.00	70.63	131.93	1880.29	746520.09	829657.48	-83137.39
12+950,00	7.92	12.49	164.04	885.21	746684.13	830542.69	-83858.56
13+000,00	0.32	23.50	3.99	1493.81	746688.12	832036.50	-85348.38
13+036,86	0.00	60.41	0.03	316.41	746688.15	832352.90	-85664.75
13+042,12	0.02	65.18	0.04	683.03	746688.19	833035.93	-86347.74
13+050,00	0.00	110.16	0.00	5364.06	746688.19	838399.99	-91711.80
13+100,00	0.00	104.42	0.00	4632.19	746688.19	843032.19	-96343.99
13+150,00	0.00	81.34	1819.92	1493.18	748508.11	844525.36	-96017.25
13+200,00	109.20	0.70	481.49	3.59	748989.60	844528.95	-95539.36
13+203,97	133.79	1.12	596.40	1.40	749586.00	844530.35	-94944.36
13+207,76	166.41	0.00	7387.92	0.00	756973.92	844530.35	-87556.43
13+250,00	183.57	0.00	4993.66	0.00	761967.58	844530.35	-82562.77
13+300,00	35.42	0.00	590.27	3449.59	762557.86	847979.94	-85422.09
13+350,00	0.00	206.98	0.00	8708.20	762557.86	856688.14	-94130.29
13+400,00	0.00	143.30	0.00	409.21	762557.86	857097.35	-94539.50
13+402,87	0.00	141.52	0.00	107.03	762557.86	857204.38	-94646.53
13+403,60	0.00	140.48	0.00	7477.13	762557.86	864681.51	-102123.66
13+450,00	0.00	182.74	0.00	9258.27	762557.86	873939.79	-111381.93
13+500,00	0.00	187.60	0.59	8973.02	762558.45	882912.80	-120354.36
13+550,00	0.04	171.44	0.04	510.95	762558.49	883423.76	-120865.27
13+552,90	0.00	181.49	0.02	5399.26	762558.51	888823.02	-126264.51
13+582,84	0.00	163.02	0.00	2421.31	762558.51	891244.33	-128685.82
13+600,00	0.00	120.27	0.00	2724.08	762558.51	893968.41	-131409.90
13+623,62	0.00	110.48	0.00	2150.88	762558.51	896119.28	-133560.78
13+642,37	0.00	109.39	0.00	843.69	762558.51	896962.98	-134404.47
13+650,00	0.00	111.62	0.00	1641.54	762558.51	898604.52	-136046.02
13+665,97	0.00	94.18	8.27	2583.59	762566.78	901188.11	-138621.34
13+693,08	0.94	84.37	4.62	493.30	762571.40	901681.41	-139110.01
13+700,00	0.43	58.99	2.46	786.05	762573.86	902467.46	-139893.60
13+717,22	0.00	33.48	0.29	137.27	762574.16	902604.73	-140030.57
13+721,40	0.21	29.89	1899.86	284.96	764474.02	902889.68	-138415.66
13+750,00	192.65	0.00	3722.62	0.00	768196.64	902889.68	-134693.04
13+764,05	344.56	0.00	15610.60	0.00	783807.24	902889.68	-119082.44
13+795,54	685.06	0.00	2320.41	0.00	786127.65	902889.68	-116762.03
13+798,83	725.16	0.00	846.59	0.00	786974.24	902889.68	-115915.44
13+800,00	740.05	0.00	18941.95	0.00	805916.19	902889.68	-96973.49

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
13+822,93	939.73	0.00	2449.33	0.00	808365.52	902889.68	-94524.16
13+825,57	918.77	0.00	18469.64	0.00	826835.17	902889.68	-76054.52
13+850,00	630.03	0.00	2959.10	0.00	829794.27	902889.68	-73095.41
13+854,98	583.34	0.00	15008.79	0.00	844803.06	902889.68	-58086.63
13+886,79	368.61	0.00	4080.39	0.00	848883.45	902889.68	-54006.23
13+900,00	272.27	0.00	5740.61	0.00	854624.06	902889.68	-48265.63
13+924,74	211.11	0.00	4459.88	0.00	859083.94	902889.68	-43805.74
13+949,72	147.91	0.00	39.62	0.00	859123.55	902889.68	-43766.13
13+950,00	147.09	0.00	2360.94	0.00	861484.50	902889.68	-41405.19
13+973,48	68.15	0.00	996.74	76.90	862481.24	902966.58	-40485.35
14+000,00	13.87	8.70	30.37	22.84	862511.61	902989.42	-40477.81
14+002,42	11.24	10.16	132.43	275.15	862644.04	903264.58	-40620.54
14+031,67	0.54	8.14	3.28	177.66	862647.32	903442.24	-40794.91
14+050,00	0.00	11.33	0.00	337.02	862647.32	903779.26	-41131.94
14+070,21	0.00	22.66	0.00	829.68	862647.32	904608.93	-41961.61
14+093,30	0.00	50.24	4.33	258.44	862651.65	904867.38	-42215.73
14+100,00	1.94	27.99	3210.83	466.46	865862.48	905333.84	-39471.36
14+150,00	172.44	0.00	4712.45	0.00	870574.93	905333.84	-34758.91
14+174,88	206.87	0.00	3127.10	0.00	873702.03	905333.84	-31631.81
14+189,87	227.49	0.00	2375.65	0.00	876077.68	905333.84	-29256.16
14+200,00	241.69	0.00	9005.35	0.00	885083.03	905333.84	-20250.80
14+250,00	124.89	0.00	1241.57	0.00	886324.61	905333.84	-19009.23
14+260,46	112.65	0.00	1854.44	0.00	888179.05	905333.84	-17154.78
14+278,85	85.09	0.00	1567.71	0.00	889746.76	905333.84	-15587.07
14+300,00	63.66	0.00	497.16	0.00	890243.92	905333.84	-15089.91
14+307,75	64.64	0.00	1278.12	0.00	891522.04	905333.84	-13811.80
14+328,48	62.68	0.00	546.45	0.00	892068.49	905333.84	-13265.35
14+337,64	56.74	0.00	606.36	0.00	892674.85	905333.84	-12658.98
14+350,00	46.37	0.00	805.39	27.69	893480.25	905361.52	-11881.28
14+371,48	33.19	3.85	1705.60	36.59	895185.84	905398.11	-10212.27
14+400,00	91.18	0.00	1904.05	943.74	897089.89	906341.85	-9251.95
14+450,00	3.99	56.62	51.74	2638.95	897141.63	908980.80	-11839.17
14+488,89	0.00	79.74	0.00	7.33	897141.63	908988.13	-11846.50
14+488,99	0.00	79.74	0.00	900.33	897141.63	908888.46	-12746.82
14+500,00	0.00	83.81	0.00	5020.20	897141.63	914908.65	-17767.02
14+550,00	0.00	117.97	90.66	3268.61	897232.30	918177.26	-20944.97
14+600,00	5.44	24.45	184.59	1221.56	897416.89	919398.83	-21981.94
14+650,00	2.19	24.42	81.36	826.65	897498.25	920225.48	-22727.23
14+700,00	1.13	9.75	3.71	79.43	897501.96	920304.91	-22802.95
14+708,04	0.04	10.01	0.16	141.69	897502.12	920446.60	-22944.48
14+720,15	0.00	13.28	151.50	287.22	897653.62	920733.82	-23080.21
14+750,00	15.23	6.38	643.68	209.76	898297.29	920943.58	-22646.29
14+800,00	10.66	2.34	536.25	397.71	898833.55	921341.29	-22507.75
14+850,00	10.79	15.50	251.19	2080.98	899084.74	923422.27	-24337.53
14+900,00	1.00	75.22	16.62	5981.12	899101.36	929403.39	-30302.03
14+950,00	0.00	170.43	0.00	7350.56	899101.36	936753.95	-37652.59
15+000,00	0.00	124.78	2.41	3414.06	899103.77	940168.01	-41064.24
15+050,00	0.14	24.63	621.56	279.03	899725.33	940447.04	-40721.71
15+083,99	51.97	0.00	965.06	0.00	900690.39	940447.04	-39756.65
15+100,00	71.11	0.00	801.73	0.00	901492.12	940447.04	-38954.92
15+111,62	69.28	0.00	1858.04	0.00	903350.16	940447.04	-37096.88
15+139,42	64.41	0.00	641.72	0.00	903991.88	940447.04	-36455.16
15+150,00	59.34	0.00	1965.70	0.00	905957.58	940447.04	-34489.46

ALINEAMIENTO:

Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
15+184,42	57.09	0.00	826.62	0.00	906784.20	940447.04	-33662.84
15+200,00	49.09	0.00	806.09	0.00	907590.29	940447.04	-32856.75
15+218,06	40.33	0.00	1136.14	0.00	908726.43	940447.04	-31720.61
15+250,00	32.69	0.00	13.29	0.00	908739.72	940447.04	-31707.32
15+250,42	32.26	0.00	2549.54	0.00	911289.26	940447.04	-29157.78
15+300,00	73.36	0.00	1235.61	28.58	912524.88	940475.62	-27950.74
15+320,56	47.76	4.17	78.74	8.43	912603.62	940484.05	-27880.44
15+322,34	45.33	4.97	959.52	45.82	913563.14	940529.88	-26966.74
15+350,00	25.04	0.00	2062.18	25.45	915625.31	940555.33	-24930.01
15+400,00	59.95	1.53	4048.44	25.45	919673.75	940580.78	-20907.03
15+450,00	104.00	0.00	1851.11	314.27	921524.86	940895.05	-19370.19
15+500,00	0.42	18.86	51.50	86.80	921576.36	940981.84	-19405.49
15+513,81	8.83	0.00	3.69	0.00	921580.04	940981.84	-19401.80
15+514,23	8.77	0.00	958.39	0.00	922538.43	940981.84	-18443.41
15+550,00	50.54	0.00	3368.55	0.00	925906.98	940981.84	-15074.87
15+600,00	85.74	0.00	4408.38	0.00	930315.36	940981.84	-10666.49
15+650,00	90.62	0.00	4403.39	36.28	934718.75	941018.12	-6299.37
15+700,00	85.54	2.18	6964.85	36.28	941683.59	941054.40	629.20
15+750,00	201.17	0.00	9517.91	0.00	951201.50	941054.40	10147.10
15+800,00	179.75	0.00	8184.18	0.00	959385.68	941054.40	18331.29
15+850,00	148.13	0.00	8405.69	0.00	967791.37	941054.40	26736.97
15+900,00	188.92	0.00	4805.13	0.00	972596.50	941054.40	31542.11
15+926,58	172.80	0.00	2585.18	0.00	975181.68	941054.40	34127.29
15+943,22	132.49	0.00	751.47	0.00	975933.15	941054.40	34878.75
15+950,00	90.50	0.00	328.81	2.02	976261.96	941056.42	35205.54
15+954,28	63.94	1.42	358.92	81.71	976620.88	941138.13	35482.75
15+962,31	26.33	24.59	943.83	124.45	977564.71	941262.58	36302.13
15+977,49	107.08	0.00	2411.95	0.00	979976.66	941262.58	38714.08
16+000,00	102.21	0.00	222.69	0.00	980199.34	941262.58	38936.76
16+002,29	89.60	0.00	592.38	0.00	980791.72	941262.58	39529.14
16+011,29	44.68	0.00	649.17	0.00	981440.89	941262.58	40178.31
16+029,58	26.22	0.00	167.72	68.14	981608.61	941330.71	40277.90
16+048,77	0.00	10.65	0.00	13.47	981608.61	941344.19	40264.42
16+050,00	0.00	11.33	0.00	193.71	981608.61	941537.90	40070.71
16+063,00	0.00	18.77	0.00	220.35	981608.61	941758.25	39850.36
16+072,66	0.00	27.13	0.00	865.78	981608.61	942624.03	38984.58
16+097,07	0.00	44.01	0.00	116.04	981608.61	942740.07	38868.54
16+099,64	0.00	46.35	0.00	16.84	981608.61	942756.91	38851.70
16+100,00	0.00	46.68	0.00	1642.98	981608.61	944399.89	37208.72
16+127,08	0.00	76.09	0.00	1398.84	981608.61	945798.73	35809.88
16+139,55	0.00	152.68	0.00	1167.40	981608.61	946966.13	34642.48
16+150,00	0.00	78.61	0.00	329.92	981608.61	947296.05	34312.56
16+154,12	0.00	81.50	0.00	1038.80	981608.61	948334.85	33273.76
16+166,16	0.00	91.16	0.00	1273.73	981608.61	949608.58	32000.03
16+179,35	0.00	102.14	0.00	1071.24	981608.61	950679.82	30928.79
16+194,49	0.00	43.42	0.76	173.47	981609.37	950853.28	30756.09
16+200,00	0.40	23.25	3.24	484.06	981612.61	951337.34	30275.26
16+223,49	0.00	19.42	0.00	367.82	981612.61	951705.17	29907.44
16+235,52	0.00	43.31	0.00	829.59	981612.61	952534.76	29077.85
16+250,00	0.00	71.07	0.00	67.22	981612.61	952601.98	29010.63
16+250,93	0.00	71.89	0.00	162.39	981612.61	952764.37	28848.24
16+253,16	0.00	73.85	0.00	2630.32	981612.61	955394.69	26217.92
16+289,58	0.00	69.90	0.00	715.95	981612.61	956110.64	25501.97

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
16+299,01	0.00	82.26	0.00	81.39	981612.61	956192.03	25420.58
16+300,00	0.00	84.36	0.00	26.65	981612.61	956218.67	25393.93
16+300,32	0.00	85.08	0.00	1319.50	981612.61	957538.17	24074.43
16+318,21	0.00	63.01	1.70	1243.93	981614.31	958782.10	22832.21
16+337,84	0.25	67.49	1.36	661.22	981615.67	959443.32	22172.34
16+347,72	0.05	66.44	0.13	144.63	981615.80	959587.95	22027.85
16+350,00	0.06	64.49	24.88	1251.79	981640.68	960839.74	20800.94
16+374,04	2.50	44.57	196.14	1438.02	981836.83	962277.77	19559.06
16+400,00	14.21	66.97	1226.78	1448.74	983063.61	963726.51	19337.10
16+450,00	36.59	3.87	1810.41	314.05	984874.01	964040.56	20833.46
16+500,00	35.82	9.06	425.90	1469.63	985299.92	965510.19	19789.73
16+535,67	0.00	86.55	0.00	1419.69	985299.92	966929.87	18370.04
16+550,00	0.00	105.60	0.00	10.87	985299.92	966940.75	18359.17
16+550,10	0.00	105.86	0.00	1084.34	985299.92	968025.08	17274.83
16+559,71	0.00	120.02	0.00	1247.03	985299.92	969272.11	16027.80
16+570,21	0.00	109.74	0.00	1228.01	985299.92	970500.13	14799.79
16+582,11	0.00	96.74	0.00	611.13	985299.92	971111.25	14188.66
16+588,71	0.00	94.92	0.00	1051.42	985299.92	972162.68	13137.24
16+600,00	0.00	91.39	0.00	145.05	985299.92	972307.73	12992.19
16+601,59	0.00	90.88	5.43	1547.23	985305.35	973854.96	11450.39
16+619,84	0.92	73.25	7.16	2131.64	985312.51	975986.60	9325.90
16+643,31	0.00	109.66	0.00	832.65	985312.51	976819.25	8493.25
16+650,00	0.00	130.61	0.00	463.99	985312.51	977283.25	8029.26
16+653,28	0.00	142.24	0.00	6117.34	985312.51	983400.58	1911.92
16+686,30	0.00	231.90	0.00	2301.21	985312.51	985701.79	-389.28
16+696,27	0.00	244.32	0.00	921.88	985312.51	986623.67	-1311.16
16+700,00	0.00	249.89	0.00	3958.80	985312.51	990582.47	-5269.96
16+715,31	0.00	267.32	0.00	3916.20	985312.51	994498.67	-9186.17
16+729,43	0.00	272.13	0.00	5546.95	985312.51	1000045.62	-14733.11
16+750,00	0.00	267.22	0.00	10816.74	985312.51	1010862.36	-25549.85
16+800,00	0.00	169.17	0.00	6691.37	985312.51	1017553.73	-32241.22
16+850,00	0.00	101.36	0.00	5390.80	985312.51	1022944.53	-37632.02
16+900,00	0.00	114.40	0.00	2593.24	985312.51	1025537.77	-40225.27
16+920,32	0.00	141.32	0.00	2560.94	985312.51	1028098.71	-42786.21
16+935,99	0.00	173.84	0.00	2624.04	985312.51	1030722.75	-45410.24
16+950,00	0.00	201.04	0.00	2507.01	985312.51	1033229.75	-47917.25
16+961,49	0.00	235.90	0.00	4079.53	985312.51	1037309.28	-51996.77
16+976,94	0.00	277.47	0.00	6511.16	985312.51	1043820.44	-58507.93
17+000,00	0.00	287.29	0.00	4994.47	985312.51	1048814.91	-63502.40
17+017,26	0.00	291.45	0.00	4047.32	985312.51	1052862.23	-67549.72
17+031,27	0.00	268.76	0.00	4579.60	985312.51	1057441.83	-72129.32
17+050,00	0.00	221.05	0.00	3058.07	985312.51	1060499.90	-75187.40
17+064,49	0.00	201.27	0.00	3852.45	985312.51	1064352.35	-79039.85
17+082,93	0.00	201.57	0.00	3369.39	985312.51	1067721.74	-82409.24
17+100,00	0.00	193.19	0.00	1238.55	985312.51	1068960.29	-83647.79
17+106,51	0.00	187.18	0.00	1748.90	985312.51	1070709.19	-85396.68
17+115,64	0.00	182.18	0.00	2319.89	985312.51	1073029.08	-87716.58
17+127,46	0.00	210.39	0.00	3520.83	985312.51	1076549.91	-91237.41
17+142,39	0.00	245.65	0.00	1877.17	985312.51	1078427.08	-93114.57
17+150,00	0.00	247.90	0.00	482.92	985312.51	1078910.00	-93597.50
17+151,94	0.00	248.83	0.00	6056.18	985312.51	1084966.18	-99653.67
17+175,11	0.00	257.59	0.00	5952.65	985312.51	1090918.83	-105606.32
17+200,00	0.00	221.22	0.00	1292.47	985312.51	1092211.30	-106898.79

ALINEAMIENTO:

Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
17+206,01	0.00	208.64	0.00	152.44	985312.51	1092363.74	-107051.23
17+206,73	0.00	207.48	0.00	7925.01	985312.51	1100288.75	-114976.25
17+247,19	0.00	184.45	0.00	525.93	985312.51	1100814.68	-115502.17
17+250,00	0.00	181.05	0.00	2293.23	985312.51	1103107.90	-117795.40
17+263,15	0.00	159.41	0.00	3087.01	985312.51	1106194.92	-120882.41
17+287,37	0.00	97.94	174.56	802.58	985487.06	1106997.50	-121510.43
17+300,00	42.60	31.32	130.93	69.54	985618.00	1107067.03	-121449.03
17+302,66	61.89	19.38	1570.33	97.21	987188.33	1107164.24	-119975.92
17+317,71	153.64	0.00	3515.76	0.00	990704.08	1107164.24	-116460.16
17+335,37	263.32	0.00	3889.60	0.00	994593.69	1107164.24	-112570.56
17+348,07	351.38	0.00	675.17	0.00	995268.85	1107164.24	-111895.39
17+350,00	365.52	0.00	9974.06	0.00	1005242.91	1107164.24	-101921.33
17+373,84	491.98	0.00	3767.79	0.00	1009010.70	1107164.24	-98153.54
17+381,21	531.84	0.00	10994.28	0.00	1020004.98	1107164.24	-87159.26
17+400,00	657.60	0.00	3697.70	0.00	1023702.68	1107164.24	-83461.56
17+405,49	704.12	0.00	16194.43	0.00	1039897.11	1107164.24	-67267.13
17+425,98	879.92	0.00	185.80	0.00	1040082.91	1107164.24	-67081.33
17+426,20	881.49	0.00	15201.79	0.00	1055284.70	1107164.24	-51879.54
17+442,36	1000.27	0.00	7797.27	0.00	1063081.96	1107164.24	-44082.28
17+450,00	1051.23	0.00	13482.02	0.00	1076563.98	1107164.24	-30600.26
17+462,35	1138.91	0.00	2133.22	0.00	1078697.20	1107164.24	-28467.04
17+464,22	1150.13	0.00	32079.38	0.00	1110776.58	1107164.24	3612.34
17+491,40	1215.46	0.00	4166.80	0.00	1114943.38	1107164.24	7779.14
17+494,84	1205.03	0.00	6166.33	0.00	1121109.71	1107164.24	13945.47
17+500,00	1189.78	0.00	348.97	0.00	1121458.68	1107164.24	14294.44
17+500,29	1188.93	0.00	55260.56	0.00	1176719.24	1107164.24	69555.00
17+550,00	1036.31	0.00	40914.04	0.00	1217633.27	1107164.24	110469.03
17+600,00	618.16	0.00	19889.80	0.00	1237523.08	1107164.24	130358.84
17+650,00	212.66	0.00	5618.89	0.00	1243141.97	1107164.24	135977.73
17+700,00	36.44	0.00	2367.88	0.00	1245509.85	1107164.24	138345.61
17+750,00	59.19	0.00	1114.69	39.91	1246624.54	1107204.15	139420.39
17+771,81	43.43	5.49	399.82	160.73	1247024.36	1107364.88	139659.49
17+784,23	19.97	23.71	9.46	11.72	1247033.83	1107376.60	139657.23
17+784,71	19.18	24.79	132.62	635.83	1247166.44	1108012.43	139154.01
17+800,00	0.89	67.13	1.91	452.57	1247168.36	1108465.00	138703.35
17+806,22	0.00	85.87	0.00	1924.36	1247168.36	1110389.37	136778.99
17+823,86	0.00	134.00	0.00	187.07	1247168.36	1110576.44	136591.91
17+825,27	0.00	138.88	0.00	1401.92	1247168.36	1111978.36	135189.99
17+834,32	0.00	171.61	0.00	3128.77	1247168.36	1115107.13	132061.22
17+850,00	0.00	237.97	0.00	3917.46	1247168.36	1119024.59	128143.77
17+864,56	0.00	311.79	0.00	4693.19	1247168.36	1123717.78	123450.58
17+878,12	0.00	381.24	0.00	1886.89	1247168.36	1125604.67	121563.68
17+882,97	0.00	407.67	0.00	4081.57	1247168.36	1129686.25	117482.11
17+892,37	0.00	460.88	0.00	3661.47	1247168.36	1133347.71	113820.64
17+900,00	0.00	507.32	0.00	16294.74	1247168.36	1149642.45	97525.90
17+927,45	0.00	690.48	0.00	11437.89	1247168.36	1161080.34	86088.02
17+943,83	0.00	705.64	0.00	4282.95	1247168.36	1165363.29	81805.07
17+950,00	0.00	686.41	0.00	3858.06	1247168.36	1169221.35	77947.00
17+955,76	0.00	655.41	0.00	5597.75	1247168.36	1174819.10	72349.26
17+964,74	0.00	592.10	0.00	14445.76	1247168.36	1189264.86	57903.50
17+994,37	0.00	395.81	0.00	2138.60	1247168.36	1191403.46	55764.90
18+000,00	0.00	363.53	0.00	2052.68	1247168.36	1193456.14	53712.22
18+005,91	0.00	331.47	0.00	4600.12	1247168.36	1198056.26	49112.10

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
18+022,24	0.00	242.76	0.00	3085.50	1247168.36	1201141.76	46026.60
18+037,54	0.00	163.38	0.00	1641.00	1247168.36	1202782.76	44385.60
18+048,86	0.00	132.74	0.00	150.84	1247168.36	1202933.59	44234.76
18+050,00	0.00	131.12	0.00	254.03	1247168.36	1203187.63	43980.73
18+051,96	0.00	128.36	0.58	3458.34	1247168.94	1206645.96	40522.98
18+087,51	0.05	73.91	13.13	790.53	1247182.07	1207436.49	39745.58
18+100,00	2.74	53.21	1777.68	886.87	1248959.75	1208323.36	40636.40
18+150,00	88.35	0.00	6459.02	0.00	1255418.78	1208323.36	47095.42
18+200,00	174.89	0.00	6734.29	0.00	1262153.07	1208323.36	53829.71
18+250,00	98.15	0.00	4532.27	124.60	1266685.33	1208447.96	58237.37
18+300,00	83.34	7.48	204.45	15.67	1266889.78	1208463.62	58426.16
18+302,42	85.61	5.52	1076.95	23.21	1267966.74	1208486.83	59479.91
18+314,52	98.71	0.00	2322.06	0.00	1270288.80	1208486.83	61801.97
18+341,70	72.80	0.00	520.55	0.00	1270809.34	1208486.83	62322.52
18+350,00	56.59	0.00	164.27	0.00	1270973.61	1208486.83	62486.78
18+353,15	50.97	0.00	739.38	610.02	1271712.99	1209096.84	62616.14
18+390,99	0.89	48.36	2.62	620.23	1271715.61	1209717.08	61998.53
18+400,00	0.00	87.14	0.00	857.66	1271715.61	1210574.74	61140.87
18+407,77	0.00	127.20	0.00	581.21	1271715.61	1211155.95	60559.66
18+412,10	0.00	141.88	0.00	4298.33	1271715.61	1215454.27	56261.34
18+438,43	0.00	173.73	0.00	2036.37	1271715.61	1217490.64	54224.97
18+450,00	0.00	178.29	0.00	384.43	1271715.61	1217875.07	53840.54
18+452,16	0.00	177.39	0.00	371.39	1271715.61	1218246.46	53469.15
18+454,21	0.00	173.06	0.12	4058.81	1271715.73	1222305.27	49410.46
18+485,46	0.01	91.06	10.05	923.23	1271725.78	1223228.51	48497.28
18+497,41	2.48	59.25	8.09	144.27	1271733.87	1223372.78	48361.09
18+500,00	3.80	52.03	2203.60	867.22	1273937.47	1224240.00	49697.47
18+550,00	108.13	0.00	7484.57	0.00	1281422.04	1224240.00	57182.04
18+600,00	195.54	0.00	9732.82	0.00	1291154.85	1224240.00	66914.86
18+650,00	193.77	0.00	5632.87	0.00	1296787.73	1224240.00	72547.73
18+694,35	70.43	0.00	161.89	0.00	1296949.62	1224240.00	72709.62
18+696,85	63.95	0.00	188.48	0.54	1297138.09	1224240.54	72897.56
18+700,00	55.68	0.51	801.11	265.36	1297939.21	1224505.90	73433.31
18+726,90	10.03	25.46	71.30	1095.50	1298010.50	1225601.40	72409.11
18+747,77	0.00	89.73	0.00	213.94	1298010.50	1225815.33	72195.17
18+750,00	0.00	101.97	0.00	2800.53	1298010.50	1228615.86	69394.64
18+768,54	0.00	206.19	0.00	1656.62	1298010.50	1230272.48	67738.02
18+776,00	0.00	252.16	0.00	7738.44	1298010.50	1238010.92	59999.58
18+800,00	0.00	398.23	0.00	2507.30	1298010.50	1240518.22	57492.28
18+806,04	0.00	431.90	0.00	16094.81	1298010.50	1256613.02	41397.48
18+838,71	0.00	574.86	0.00	2294.63	1298010.50	1258907.66	39102.84
18+842,69	0.00	578.37	0.00	4126.77	1298010.50	1263034.43	34976.07
18+850,00	0.00	567.41	0.00	7528.72	1298010.50	1270563.15	27447.35
18+863,82	0.00	536.91	0.00	8855.52	1298010.50	1279418.67	18591.83
18+881,19	0.00	483.32	0.00	8262.50	1298010.50	1287681.17	10329.33
18+900,00	0.00	410.38	0.00	1913.65	1298010.50	1289594.82	8415.68
18+904,88	0.00	388.52	0.00	1317.45	1298010.50	1290912.27	7098.24
18+908,34	0.00	373.29	0.00	12526.81	1298010.50	1303439.07	-5428.57
18+950,00	0.00	248.54	0.00	920.76	1298010.50	1304359.83	-6349.33
18+953,88	0.00	242.02	0.00	1834.16	1298010.50	1306193.99	-8183.49
18+961,63	0.00	231.29	0.00	2948.51	1298010.50	1309142.50	-11132.00
18+974,23	0.00	221.05	0.00	5171.14	1298010.50	1314313.64	-16303.14
19+000,00	0.00	180.93	0.13	2490.51	1298010.63	1316804.15	-18793.51

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO\_DERECHO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m²)		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m³)		VOLUMÉN ACUMULADO (m³)		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
19+014,08	0.03	172.80	0.78	1120.30	1298011.41	1317924.45	-19913.04
19+020,99	0.22	168.55	2.09	5179.85	1298013.51	1323104.30	-25090.79
19+050,00	0.00	188.69	0.00	11675.74	1298013.51	1334780.04	-36766.54
19+100,00	0.00	281.41	0.00	7554.27	1298013.51	1342334.31	-44320.80
19+129,31	0.00	234.80	0.00	31.66	1298013.51	1342365.98	-44352.47
19+129,44	0.00	234.40	0.00	4139.09	1298013.51	1346505.07	-48491.56
19+150,00	0.00	169.94	177.46	3343.68	1298190.96	1349848.74	-51657.78
19+200,00	10.65	4.14	682.64	51.11	1298873.60	1349899.86	-51026.26
19+237,01	27.56	0.00	352.12	0.00	1299225.72	1349899.86	-50674.14
19+250,00	25.68	0.00	180.77	0.00	1299406.49	1349899.86	-50493.37
19+257,50	21.73	0.00	449.42	271.68	1299855.91	1350171.53	-50315.63
19+300,00	2.55	19.18	40.54	1358.43	1299896.44	1351529.96	-51633.52
19+347,66	0.00	38.99	0.00	89.40	1299896.44	1351619.36	-51722.92
19+350,00	0.00	38.72	0.00	283.52	1299896.44	1351902.88	-52006.44
19+357,13	0.00	41.78	0.00	3384.31	1299896.44	1355287.19	-55390.75
19+400,00	0.00	123.30	0.00	8509.24	1299896.44	1363796.43	-63899.98
19+439,58	0.00	322.34	0.00	3849.20	1299896.44	1367645.63	-67749.19
19+450,00	0.00	404.35	0.00	638.33	1299896.44	1368283.96	-68387.52
19+451,53	0.00	417.08	0.00	20405.86	1299896.44	1388889.82	-88793.38
19+487,71	0.00	725.08	0.00	9726.37	1299896.44	1398416.19	-98519.75
19+500,00	0.00	849.07	0.00	10835.57	1299896.44	1409251.77	-109355.32
19+512,29	0.00	903.70	0.00	18894.05	1299896.44	1428145.82	-128249.37
19+532,27	0.00	988.09	0.00	18842.83	1299896.44	1446988.64	-147092.20
19+550,00	0.00	1122.42	0.00	8102.35	1299896.44	1455090.99	-155194.55
19+556,93	0.00	1197.38	0.00	2210.65	1299896.44	1457301.65	-157405.20
19+558,76	0.00	1219.05	0.00	41325.60	1299896.44	1498627.25	-198730.80
19+590,99	0.00	1297.86	0.00	2481.66	1299896.44	1501108.91	-201212.47
19+592,90	0.00	1292.35	0.00	9218.65	1299896.44	1510327.56	-210431.12
19+600,00	0.00	1263.40	0.00	27372.77	1299896.44	1537700.33	-237803.89
19+623,74	0.00	1011.25	0.00	133.40	1299896.44	1537833.73	-237937.29
19+623,88	0.00	1009.59	0.00	24043.39	1299896.44	1561877.12	-261980.67
19+650,00	0.00	819.07	0.00	14481.61	1299896.44	1576358.73	-276462.28
19+669,30	0.00	672.29	0.00	14282.81	1299896.44	1590641.53	-290745.09
19+694,83	0.00	453.41	0.00	2235.94	1299896.44	1592877.47	-292981.03
19+700,00	0.00	404.79	0.00	2211.81	1299896.44	1595089.29	-295192.84
19+705,83	0.00	346.10	0.00	11078.86	1299896.44	1606168.15	-306271.70
19+750,00	0.00	166.38	0.00	2258.81	1299896.44	1608426.95	-308530.51
19+765,26	0.00	130.30	0.00	1350.12	1299896.44	1609777.07	-309880.63
19+777,79	0.00	84.65	0.00	1245.76	1299896.44	1611022.83	-311126.39
19+800,00	0.00	31.75	231.78	562.28	1300128.22	1611585.11	-311456.89
19+850,00	13.91	0.11	1159.78	1.85	1301288.01	1611586.96	-310298.95
19+900,00	33.95	0.00	1091.52	52.32	1302379.53	1611639.28	-309259.75
19+950,00	11.65	3.14	110.31	42.71	1302489.84	1611681.99	-309192.15
19+962,29	6.54	3.82					

## ANEXO 2.3 MOVIMIENTO DE TIERRA

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000,00	2.04	0.05	120.08	0.88	120.08	0.88	119.20
0+050,00	2.78	0.00	166.31	0.00	286.39	0.88	285.51
0+100,00	3.91	0.00	222.98	0.00	509.38	0.88	508.49
0+150,00	5.04	0.00	279.92	0.00	789.30	0.88	788.42
0+200,00	6.18	0.00	10.75	0.00	800.05	0.88	799.17
0+201,73	6.22	0.00	218.36	0.00	1018.41	0.88	1017.52
0+235,09	6.87	0.00	103.92	0.00	1122.32	0.88	1121.44
0+250,00	7.07	0.00	313.37	0.00	1435.69	0.88	1434.81
0+300,00	5.50	0.00	216.50	0.00	1652.19	0.88	1651.30
0+350,00	3.26	0.00	121.62	10.72	1773.81	11.60	1762.21
0+400,00	1.69	0.64	76.71	50.65	1850.52	62.25	1788.27
0+450,00	1.38	1.44	67.94	75.05	1918.46	137.30	1781.16
0+500,00	1.33	1.57	27.41	33.00	1945.87	170.30	1775.57
0+520,69	1.32	1.62	38.15	48.90	1984.02	219.20	1764.82
0+550,00	1.28	1.72	26.64	38.30	2010.66	257.49	1753.16
0+571,17	1.22	1.91	33.13	61.13	2043.79	318.62	1725.16
0+600,00	1.08	2.34	48.21	135.17	2092.00	453.79	1638.21
0+650,00	0.85	3.09	6.85	25.84	2098.85	479.63	1619.23
0+658,20	0.82	3.21	20.19	93.33	2119.05	572.96	1546.09
0+685,00	0.67	3.78	9.33	59.75	2128.38	632.71	1495.67
0+700,00	0.57	4.19	21.20	241.84	2149.58	874.55	1275.03
0+750,00	0.29	5.51	9.37	309.21	2158.95	1183.76	975.18
0+800,00	0.10	6.89	2.87	380.41	2161.81	1564.17	597.64
0+850,00	0.02	8.35	0.40	457.05	2162.21	2021.22	140.99
0+900,00	0.00	9.95	0.00	537.62	2162.21	2558.84	-396.63
0+950,00	0.00	11.57	0.00	619.37	2162.21	3178.21	-1016.00
1+000,00	0.00	13.22	0.00	693.63	2162.21	3871.84	-1709.63
1+050,00	0.00	14.54	0.00	757.71	2162.21	4629.55	-2467.34
1+100,00	0.00	15.78	0.00	820.09	2162.21	5449.63	-3287.42
1+150,00	0.00	17.03	0.00	865.13	2162.21	6314.76	-4152.55
1+200,00	0.00	17.57	0.00	881.86	2162.21	7196.62	-5034.41
1+250,00	0.00	17.70	0.00	888.14	2162.21	8084.76	-5922.55
1+300,00	0.00	17.83	0.00	860.81	2162.21	8945.56	-6783.35
1+350,00	0.00	16.61	0.00	789.98	2162.21	9735.54	-7573.33
1+400,00	0.00	15.00	0.00	695.56	2162.21	10431.10	-8268.89
1+450,00	0.00	12.85	0.00	381.05	2162.21	10812.15	-8649.94
1+482,91	0.00	10.35	0.00	81.18	2162.21	10893.33	-8731.12

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
1+491,05	0.00	9.64	0.00	82.60	2162.21	10975.93	-8813.72
1+500,00	0.00	8.82	11.43	305.32	2173.65	11281.26	-9107.61
1+550,00	0.69	3.75	126.61	62.45	2300.25	11343.70	-9043.45
1+600,00	5.05	0.00	630.28	0.00	2930.53	11343.70	-8413.17
1+650,00	22.18	0.00	933.05	0.00	3863.58	11343.70	-7480.13
1+700,00	15.35	0.00	608.66	0.00	4472.24	11343.70	-6871.47
1+750,00	9.25	0.00	365.18	0.00	4837.42	11343.70	-6506.29
1+800,00	5.51	0.00	236.65	0.00	5074.07	11343.70	-6269.63
1+850,00	3.99	0.00	198.61	0.00	5272.68	11343.70	-6071.03
1+900,00	3.95	0.00	197.53	0.00	5470.21	11343.70	-5873.50
1+950,00	3.95	0.00	197.53	0.00	5667.73	11343.70	-5675.97
2+000,00	3.95	0.00	197.53	0.00	5865.26	11343.70	-5478.44
2+050,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6062.79	11343.70	-5280.91
2+100,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6260.32	11343.70	-5083.39
2+150,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6457.85	11343.70	-4885.86
2+200,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6655.37	11343.70	-4688.33
2+250,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6852.90	11343.70	-4490.80
2+300,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7050.43	11343.70	-4293.28
2+350,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7247.96	11343.70	-4095.75
2+400,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7445.48	11343.70	-3898.22
2+450,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7643.01	11343.70	-3700.69
2+500,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7840.54	11343.70	-3503.16
2+550,00	3.95	0.00	182.34	0.00	8022.88	11343.70	-3320.82
2+600,00	3.35	0.00	127.92	4.59	8150.80	11348.29	-3197.50
2+650,00	1.84	0.28	754.25	4.59	8905.05	11352.88	-2447.84
2+700,00	35.35	0.00	2943.63	0.00	11848.68	11352.88	495.80
2+750,00	86.10	0.00	5218.05	0.00	17066.73	11352.88	5713.85
2+800,00	123.76	0.00	7010.17	0.00	24076.90	11352.88	12724.01
2+850,00	157.32	0.00	8569.25	0.00	32646.15	11352.88	21293.27
2+900,00	185.85	0.00	9840.06	0.00	42486.21	11352.88	31133.32
2+950,00	207.96	0.00	10906.07	0.00	53392.28	11352.88	42039.40
3+000,00	228.44	0.00	11947.12	0.00	65339.40	11352.88	53986.51
3+050,00	249.60	0.00	13022.36	0.00	78361.76	11352.88	67008.87
3+100,00	271.45	0.00	14131.80	0.00	92493.55	11352.88	81140.67
3+150,00	293.98	0.00	15275.43	0.00	107768.99	11352.88	96416.10
3+200,00	317.19	0.00	16453.27	0.00	124222.26	11352.88	112869.38
3+250,00	341.09	0.00	17066.95	0.00	141289.21	11352.88	129936.33
3+300,00	341.59	0.00	11600.98	0.00	152890.19	11352.88	141537.31
3+333,11	359.27	0.00	3292.35	0.00	156182.54	11352.88	144829.66
3+342,39	354.33	0.00	2618.73	0.00	158801.27	11352.88	147448.39
3+350,00	333.82	0.00	12740.73	0.00	171542.00	11352.88	160189.12
3+400,00	183.28	0.00	5224.82	0.00	176766.82	11352.88	165413.93
3+434,90	118.49	0.00	1633.41	0.00	178400.23	11352.88	167047.34
3+450,00	99.74	0.00	4017.39	0.00	182417.62	11352.88	171064.74
3+500,00	63.76	0.00	788.40	0.00	183206.02	11352.88	171853.14
3+514,31	47.95	0.00	1581.05	0.00	184787.07	11352.88	173434.19
3+550,00	40.75	0.00	2959.61	0.00	187746.68	11352.88	176393.79

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
3+600,00	79.80	0.00	5996.18	0.00	193742.86	11352.88	182389.97
3+650,00	165.17	0.00	8677.43	0.00	202420.29	11352.88	191067.40
3+700,00	182.07	0.00	9960.63	0.00	212380.92	11352.88	201028.03
3+750,00	216.86	0.00	9033.56	0.00	221414.48	11352.88	210061.59
3+800,00	146.75	0.00	5539.81	0.00	226954.29	11352.88	215601.40
3+850,00	78.38	0.00	1726.07	24.93	228680.36	11377.82	217302.54
3+900,00	5.13	1.50	85.48	1482.20	228765.84	12860.01	215905.83
3+950,00	0.00	76.72	0.00	4040.29	228765.84	16900.31	211865.53
4+000,00	0.00	84.96	0.00	3794.89	228765.84	20695.20	208070.64
4+050,00	0.00	67.18	0.00	2127.92	228765.84	22823.12	205942.72
4+100,00	0.00	22.02	274.91	367.08	229040.75	23190.20	205850.54
4+150,00	16.49	0.00	1792.62	0.00	230833.37	23190.20	207643.17
4+200,00	59.69	0.00	3971.24	0.00	234804.61	23190.20	211614.41
4+250,00	100.96	0.00	6170.26	0.00	240974.87	23190.20	217784.67
4+300,00	147.30	0.00	8643.84	0.00	249618.71	23190.20	226428.51
4+350,00	199.78	0.00	11457.95	0.00	261076.66	23190.20	237886.45
4+400,00	259.85	0.00	14667.16	0.00	275743.82	23190.20	252553.62
4+450,00	328.16	0.00	16867.53	0.00	292611.35	23190.20	269421.15
4+500,00	346.63	0.00	17363.87	0.00	309975.23	23190.20	286785.02
4+550,00	347.93	0.00	17494.52	0.00	327469.75	23190.20	304279.55
4+600,00	351.85	0.00	17757.00	0.00	345226.76	23190.20	322036.55
4+650,00	358.44	0.00	18153.65	0.00	363380.41	23190.20	340190.20
4+700,00	367.73	0.00	18654.38	0.00	382034.78	23190.20	358844.58
4+750,00	378.47	0.00	19194.51	0.00	401229.29	23190.20	378039.09
4+800,00	389.34	0.00	19740.88	0.00	420970.17	23190.20	397779.97
4+850,00	400.33	0.00	20293.51	0.00	441263.69	23190.20	418073.48
4+900,00	411.44	0.00	20852.39	0.00	462116.08	23190.20	438925.87
4+950,00	422.68	0.00	18697.97	0.00	480814.05	23190.20	457623.84
4+993,72	432.61	0.00	2719.58	0.00	483533.63	23190.20	460343.43
5+000,00	434.05	0.00	15759.64	0.00	499293.27	23190.20	476103.07
5+036,76	422.45	0.00	5390.39	0.00	504683.66	23190.20	481493.46
5+050,00	392.01	0.00	16856.19	0.00	521539.85	23190.20	498349.65
5+100,00	285.07	0.00	11839.13	0.00	533378.98	23190.20	510188.78
5+150,00	191.58	0.00	1701.21	0.00	535080.19	23190.20	511889.99
5+159,27	175.73	0.00	2905.59	0.00	537985.78	23190.20	514795.58
5+177,35	145.51	0.00	2880.87	0.00	540866.66	23190.20	517676.45
5+200,00	109.72	0.00	3636.83	0.00	544503.49	23190.20	521313.28
5+250,00	41.23	0.00	751.37	90.11	545254.86	23280.31	521974.55
5+300,00	0.30	5.41	1.75	192.15	545256.61	23472.47	521784.15
5+317,26	0.00	18.10	0.00	318.22	545256.61	23790.69	521465.93
5+330,87	0.00	29.06	0.00	707.45	545256.61	24498.13	520758.48
5+350,00	0.00	45.50	0.00	3427.61	545256.61	27925.75	517330.87
5+400,00	0.00	94.56	0.00	2983.10	545256.61	30908.85	514347.77
5+431,36	0.00	95.67	0.00	1749.76	545256.61	32658.61	512598.00
5+450,00	0.00	92.11	0.00	4267.97	545256.61	36926.58	508330.04
5+498,95	0.00	82.37	0.00	86.65	545256.61	37013.22	508243.39
5+500,00	0.00	82.15	0.00	3853.56	545256.61	40866.79	504389.83

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
5+550,00	0.00	72.10	0.00	3360.01	545256.61	44226.79	501029.82
5+600,00	0.00	62.42	0.00	2301.14	545256.61	46527.93	498728.68
5+639,19	0.00	55.09	0.00	584.85	545256.61	47112.79	498143.83
5+650,00	0.00	53.11	0.00	705.69	545256.61	47818.48	497438.13
5+663,60	0.00	50.65	0.00	1724.47	545256.61	49542.95	495713.66
5+700,00	0.00	44.19	0.00	1991.63	545256.61	51534.58	493722.03
5+750,00	0.00	35.63	0.00	1572.78	545256.61	53107.37	492149.25
5+800,00	0.00	27.46	0.00	1184.94	545256.61	54292.31	490964.31
5+850,00	0.00	20.13	0.00	849.97	545256.61	55142.28	490114.33
5+900,00	0.00	14.05	0.00	574.23	545256.61	55716.51	489540.10
5+950,00	0.00	9.10	4.88	359.53	545261.49	56076.03	489185.45
6+000,00	0.29	5.44	28.34	205.76	545289.83	56281.79	489008.04
6+050,00	0.90	2.92	58.37	100.51	545348.20	56382.30	488965.90
6+100,00	1.46	1.22	82.72	33.42	545430.92	56415.72	489015.20
6+150,00	1.85	0.24	51.67	2.17	545482.60	56417.89	489064.71
6+176,98	1.98	0.00	6.77	0.00	545489.37	56417.89	489071.48
6+180,38	2.00	0.00	39.98	0.00	545529.35	56417.89	489111.46
6+200,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545633.04	56417.89	489215.15
6+250,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545736.73	56417.89	489318.84
6+300,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545840.42	56417.89	489422.53
6+350,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545944.11	56417.89	489526.21
6+400,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546047.79	56417.89	489629.90
6+450,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546151.48	56417.89	489733.59
6+500,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546255.17	56417.89	489837.28
6+550,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546358.86	56417.89	489940.97
6+600,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546462.55	56417.89	490044.66
6+650,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546566.24	56417.89	490148.35
6+700,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546669.93	56417.89	490252.04
6+750,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546773.62	56417.89	490355.73
6+800,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546877.31	56417.89	490459.42
6+850,00	2.07	0.00	75.56	98.14	546952.87	56516.04	490436.83
6+900,00	1.01	5.89	16.86	1737.87	546969.72	58253.91	488715.82
6+950,00	0.00	77.08	0.00	5671.09	546969.72	63925.00	483044.72
7+000,00	0.00	154.17	0.00	7794.29	546969.72	71719.29	475250.43
7+050,00	0.00	157.60	0.00	7814.58	546969.72	79533.87	467435.85
7+100,00	0.00	154.98	0.00	7668.58	546969.72	87202.46	459767.27
7+150,00	0.00	151.77	0.00	7251.69	546969.72	94454.14	452515.58
7+200,00	0.00	138.40	0.00	7073.89	546969.72	101528.04	445441.69
7+250,00	0.00	144.57	0.00	8672.97	546969.72	110201.00	436768.72
7+300,00	0.00	204.05	0.00	9455.02	546969.72	119656.02	427313.70
7+350,00	0.00	174.54	0.00	8794.45	546969.72	128450.47	418519.26
7+400,00	0.00	177.25	0.00	8927.16	546969.72	137377.62	409592.10
7+450,00	0.00	179.84	0.00	9057.43	546969.72	146435.06	400534.67
7+500,00	0.00	182.46	0.00	9188.43	546969.72	155623.49	391346.24
7+550,00	0.00	185.08	0.00	9320.14	546969.72	164943.62	382026.10
7+600,00	0.00	187.72	0.00	9452.56	546969.72	174396.18	372573.54
7+650,00	0.00	190.38	0.00	9585.70	546969.72	183981.88	362987.85

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCION (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
9+450,00	9.32	2.47	902.68	38.44	564224.86	297613.13	266611.72
9+497,45	29.84	0.00	79.22	0.00	564304.07	297613.13	266690.94
9+500,00	32.34	0.00	2469.90	0.00	566773.98	297613.13	269160.84
9+550,00	68.72	0.00	4339.40	0.00	571113.38	297613.13	273500.24
9+600,00	106.21	0.00	989.41	0.00	572102.79	297613.13	274489.66
9+609,01	113.34	0.00	5307.50	0.00	577410.29	297613.13	279797.15
9+650,00	145.37	0.00	464.28	0.00	577874.57	297613.13	280261.43
9+653,15	148.14	0.00	7856.28	0.00	585730.85	297613.13	288117.71
9+700,00	188.06	0.00	9219.68	0.00	594950.52	297613.13	297337.39
9+750,00	180.75	0.00	5276.72	0.00	600227.25	297613.13	302614.11
9+779,30	179.44	0.00	3706.53	0.00	603933.77	297613.13	306320.64
9+800,00	177.72	0.00	886.98	0.00	604820.75	297613.13	307207.62
9+804,99	176.93	0.00	7741.81	0.00	612562.56	297613.13	314949.43
9+850,00	167.12	0.00	7972.30	0.00	620534.86	297613.13	322921.73
9+900,00	151.90	0.00	7105.73	0.00	627640.60	297613.13	330027.46
9+950,00	132.55	0.00	2654.08	0.00	630294.68	297613.13	332681.54
9+970,74	123.45	0.00	3398.60	0.00	633693.27	297613.13	336080.14
10+000,00	108.66	0.00	1216.27	0.00	634909.55	297613.13	337296.41
10+011,53	102.02	0.00	4115.70	0.00	639025.25	297613.13	341412.12
10+050,00	112.02	0.00	4124.88	0.00	643150.13	297613.13	345536.99
10+100,00	56.16	0.00	2033.04	0.00	645183.17	297613.13	347570.03
10+150,00	26.93	0.00	830.37	0.00	646013.54	297613.13	348400.40
10+200,00	8.11	0.00	1453.32	0.00	647466.85	297613.13	349853.72
10+250,00	57.50	0.00	2918.48	0.00	650385.34	297613.13	352772.20
10+300,00	59.25	0.00	1129.44	178.07	651514.78	297791.21	353723.57
10+350,00	0.96	10.68	16.06	2321.41	651530.83	300112.62	351418.22
10+400,00	0.00	96.49	0.00	4725.07	651530.83	304837.68	346693.15
10+450,00	0.00	92.53	0.00	2943.86	651530.83	307781.55	343749.29
10+500,00	0.00	30.76	0.00	997.33	651530.83	308778.88	342751.95
10+550,00	0.00	10.83	5.63	941.35	651536.47	309720.23	341816.24
10+600,00	0.34	28.18	33.75	1446.32	651570.22	311166.55	340403.67
10+650,00	1.08	29.68	18.03	2995.18	651588.25	314161.73	337426.52
10+700,00	0.00	96.51	0.00	1467.11	651588.25	315628.84	335959.41
10+720,26	0.00	50.71	6.77	1364.69	651595.02	316993.53	334601.50
10+750,00	0.67	43.06	7.27	1850.06	651602.29	318843.59	332758.70
10+781,92	0.00	77.51	0.00	1684.03	651602.29	320527.62	331074.67
10+800,00	0.00	109.66	0.00	12591.04	651602.29	333118.66	318483.64
10+850,00	0.00	428.93	0.00	28199.88	651602.29	361318.54	290283.75
10+900,00	0.00	710.87	0.00	36933.70	651602.29	398252.24	253350.05
10+950,00	0.00	766.83	0.00	6902.83	651602.29	405155.07	246447.22
10+958,95	0.00	775.70	0.00	32611.36	651602.29	437766.43	213835.86
11+000,00	0.00	812.87	0.00	4584.12	651602.29	442350.55	209251.74
11+005,63	0.00	813.98	0.00	29300.43	651602.29	471650.99	179951.30
11+050,00	0.00	517.98	0.00	7026.87	651602.29	478677.86	172924.43
11+063,27	0.00	541.05	0.00	12879.14	651602.29	491556.99	160045.30
11+100,00	0.00	196.16	16.84	1979.86	651619.13	493536.85	158082.28
11+120,69	2.39	26.33	2796.23	251.50	654415.36	493788.35	160627.01

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
11+149,35	265.17	0.00	179.66	0.00	654595.03	493788.35	160806.67
11+150,00	272.26	0.00	20584.43	0.00	675179.46	493788.35	181391.11
11+200,00	552.25	0.00	3923.83	0.00	679103.29	493788.35	185314.94
11+206,82	583.93	0.00	29776.98	0.00	708880.27	493788.35	215091.92
11+250,00	800.87	0.00	30338.30	0.00	739218.57	493788.35	245430.22
11+300,00	431.54	0.00	11935.40	0.00	751153.97	493788.35	257365.62
11+350,00	88.81	0.00	2382.08	364.15	753536.05	494152.50	259383.55
11+400,00	16.19	21.85	284.14	1792.19	753820.19	495944.69	257875.50
11+450,00	0.04	51.98	0.69	6707.99	753820.88	502652.68	251168.20
11+500,00	0.00	239.03	0.00	14906.63	753820.88	517559.32	236261.56
11+550,00	0.00	361.44	0.00	22388.70	753820.88	539948.01	213872.87
11+600,00	0.00	540.07	0.00	26731.57	753820.88	566679.59	187141.29
11+650,00	0.00	529.21	214.57	12332.13	754035.45	579011.72	175023.73
11+700,00	12.87	49.26	438.00	4406.77	754473.45	583418.49	171054.96
11+750,00	5.21	133.93	192.71	6084.41	754666.16	589502.90	165163.26
11+800,00	2.64	109.85	3146.93	1830.78	757813.09	591333.68	166479.41
11+850,00	165.29	0.00	1637.06	0.00	759450.14	591333.68	168116.47
11+859,82	168.29	0.00	3090.89	0.00	762541.03	591333.68	171207.35
11+879,20	162.99	0.00	3284.19	0.00	765825.22	591333.68	174491.55
11+900,00	152.83	0.00	5567.71	106.35	771392.93	591440.03	179952.90
11+950,00	74.51	6.38	2866.88	612.99	774259.80	592053.02	182206.79
12+000,00	41.73	19.30	708.18	309.82	774967.99	592362.84	182605.15
12+016,96	41.80	17.26	1404.34	350.67	776372.33	592713.51	183658.81
12+050,00	47.30	4.46	1446.51	159.16	777818.84	592872.68	184946.17
12+077,91	61.40	6.53	604.85	455.91	778423.69	593328.59	185095.11
12+091,15	31.61	74.70	206.65	947.77	778630.34	594276.36	184353.99
12+100,00	18.17	131.98	28.79	277.00	778659.13	594553.35	184105.78
12+101,91	13.72	144.13	219.98	14654.50	778879.11	609207.86	169671.26
12+150,00	0.00	501.26	0.00	3654.20	778879.11	612862.06	166017.05
12+156,93	0.00	554.02	0.00	24963.44	778879.11	637825.50	141053.61
12+195,52	0.00	730.61	0.00	3262.94	778879.11	641088.45	137790.67
12+200,00	0.00	726.29	0.00	28195.89	778879.11	669284.34	109594.77
12+250,00	0.00	415.88	2176.12	10865.92	781055.23	680150.26	100904.96
12+300,00	130.57	67.96	4803.10	494.08	785858.32	680644.34	105213.99
12+321,81	324.32	0.00	767.54	0.00	786625.86	680644.34	105981.52
12+324,25	329.52	0.00	8100.58	0.00	794726.44	680644.34	114082.11
12+350,00	299.78	0.00	9534.05	0.00	804260.49	680644.34	123616.15
12+400,00	99.53	0.00	1777.00	298.23	806037.49	680942.57	125094.91
12+450,00	0.44	17.89	7.40	3809.72	806044.89	684752.30	121292.59
12+500,00	0.00	157.59	0.00	2599.81	806044.89	687352.11	118692.78
12+514,81	0.00	194.02	0.00	2047.52	806044.89	689399.63	116645.26
12+525,86	0.00	172.51	0.00	2694.15	806044.89	692093.78	113951.11
12+549,80	0.00	61.86	0.00	12.20	806044.89	692105.97	113938.92
12+550,00	0.00	60.89	0.00	3963.84	806044.89	696069.81	109975.07
12+574,11	0.00	301.43	0.00	7695.70	806044.89	703765.51	102279.37
12+600,00	0.00	293.01	0.00	15019.30	806044.89	718784.81	87260.07
12+650,00	0.00	307.82	0.00	9687.46	806044.89	728472.28	77572.61

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCION (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
12+700,00	0.00	98.93	14.29	839.06	806059.17	729311.33	76747.84
12+716,52	2.59	14.97	15.83	53.09	806075.01	729364.42	76710.58
12+720,78	4.58	10.46	263.20	226.63	806338.21	729591.05	76747.16
12+750,00	14.34	5.34	336.79	2869.25	806675.00	732460.30	74214.70
12+800,00	1.40	139.52	25.14	4161.21	806700.14	736621.51	70078.63
12+850,00	0.01	37.66	0.08	854.25	806700.22	737475.77	69224.45
12+882,24	0.00	16.72	0.00	28.79	806700.22	737504.55	69195.67
12+884,29	0.00	11.36	0.85	221.79	806701.07	737726.34	68974.73
12+900,00	0.16	17.07	1062.25	284.43	807763.33	738010.77	69752.55
12+950,00	60.44	0.00	2156.96	77.17	809920.28	738087.94	71832.34
13+000,00	27.91	4.63	388.25	300.14	810308.54	738388.08	71920.46
13+035,81	0.58	12.81	1.92	48.13	810310.46	738436.21	71874.25
13+041,07	0.17	6.13	0.51	179.35	810310.97	738615.55	71695.41
13+050,00	0.00	38.72	0.00	2068.31	810310.97	740683.86	69627.10
13+100,00	0.00	44.07	94.86	1574.74	810405.82	742258.60	68147.22
13+150,00	5.69	20.42	542.92	502.97	810948.75	742761.57	68187.17
13+200,00	17.04	2.55	61.29	9.22	811010.03	742770.80	68239.24
13+202,96	24.62	3.72	148.64	4.70	811158.67	742775.50	68383.17
13+206,75	51.29	0.00	3623.86	0.00	814782.53	742775.50	72007.03
13+250,00	121.24	0.00	3833.87	0.00	818616.40	742775.50	75840.90
13+300,00	39.55	0.00	659.10	1697.46	819275.51	744472.96	74802.55
13+350,00	0.00	101.85	33.80	3392.20	819309.30	747865.16	71444.15
13+400,00	2.03	38.81	4.25	65.81	819313.55	747930.97	71382.58
13+401,74	2.89	36.97	2.15	28.05	819315.70	747959.01	71356.68
13+402,46	3.30	36.17	52.27	2043.24	819367.96	750002.25	69365.71
13+450,00	0.00	50.17	0.00	3344.13	819367.96	753346.38	66021.58
13+500,00	0.00	85.12	202.80	3467.63	819570.76	756814.01	62756.75
13+550,00	12.17	54.70	10.88	50.73	819581.64	756864.74	62716.90
13+550,91	11.87	57.38	216.59	1475.26	819798.23	758340.01	61458.23
13+580,85	3.96	36.41	87.52	524.14	819885.75	758864.15	61021.60
13+600,00	5.21	19.24	80.31	398.91	819966.06	759263.06	60703.01
13+620,27	2.83	20.12	25.02	451.72	819991.09	759714.77	60276.31
13+639,02	0.36	27.10	1.31	301.37	819992.40	760016.14	59976.26
13+650,00	0.00	27.80	0.00	371.77	819992.40	760387.91	59604.49
13+663,37	0.00	27.80	0.08	1.50	819992.47	760389.41	59603.06
13+663,46	2.57	6.79	93.75	52.23	820086.23	760441.64	59644.58
13+686,06	6.27	0.00	0.57	0.00	820086.79	760441.64	59645.15
13+686,15	6.27	0.00	1.62	0.00	820088.41	760441.64	59646.77
13+686,40	6.27	0.00	8.70	0.00	820097.11	760441.64	59655.46
13+687,81	6.07	0.00	38.48	10.81	820135.59	760452.46	59683.13
13+700,00	0.97	2.66	9.76	26.69	820145.35	760479.15	59666.19
13+710,03	0.97	2.66	36.82	15.77	820182.17	760494.93	59687.24
13+714,20	21.58	4.96	6042.50	59.23	826224.66	760554.16	65670.50
13+750,00	392.74	0.00	2301.70	0.00	828526.36	760554.16	67972.20
13+755,86	392.74	0.00	13079.92	0.00	841606.28	760554.16	81052.12
13+787,35	457.12	0.00	1144.59	0.00	842750.87	760554.16	82196.71
13+789,09	878.27	0.00	10699.93	0.00	853450.80	760554.16	92896.64

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
13+800,00	1098.74	0.00	14434.68	0.00	867885.48	760554.16	107331.32
13+813,19	1098.74	0.00	1290.42	0.00	869175.90	760554.16	108621.74
13+814,34	1152.73	0.00	33717.06	0.00	902892.96	760554.16	142338.80
13+843,76	1143.33	0.00	5784.95	0.00	908677.91	760554.16	148123.75
13+850,00	725.84	0.00	17192.31	0.00	925870.22	760554.16	165316.06
13+873,69	725.84	0.00	13790.60	0.00	939660.83	760554.16	179106.67
13+900,00	366.03	0.00	4135.52	0.00	943796.35	760554.16	183242.19
13+911,64	366.03	0.00	8331.06	0.00	952127.41	760554.16	191573.25
13+934,90	350.51	0.00	4266.33	0.00	956393.75	760554.16	195839.59
13+950,00	237.04	0.00	1974.46	0.00	958368.21	760554.16	197814.05
13+958,66	237.04	0.00	5918.39	0.00	964286.60	760554.16	203732.44
13+986,13	194.63	0.00	1475.07	0.03	965761.67	760554.20	205207.47
14+000,00	44.05	0.01	651.75	0.12	966413.42	760554.31	205859.10
14+015,37	44.05	0.01	849.29	72.99	967262.70	760627.30	206635.40
14+050,00	9.29	6.10	22.85	15.01	967285.56	760642.31	206643.24
14+052,46	9.29	6.10	226.03	143.05	967511.59	760785.36	206726.22
14+075,55	11.22	6.04	1949.07	49.22	969460.65	760834.59	208626.07
14+100,00	182.63	0.00	13562.49	0.00	983023.15	760834.59	222188.56
14+150,00	370.87	0.00	2250.78	0.00	985273.93	760834.59	224439.34
14+156,07	370.87	0.00	5482.36	0.00	990756.28	760834.59	229921.69
14+171,06	381.41	0.00	10927.35	0.00	1001683.63	760834.59	240849.05
14+200,00	373.73	0.00	15599.23	0.00	1017282.86	760834.59	256448.28
14+241,74	373.73	0.00	2338.91	0.00	1019621.77	760834.59	258787.18
14+250,00	188.66	0.00	1951.50	0.00	1021573.28	760834.59	260738.69
14+260,13	188.66	0.00	5068.27	0.00	1026641.55	760834.59	265806.96
14+288,97	163.15	0.00	1766.67	0.00	1028408.22	760834.59	267573.63
14+300,00	164.43	0.00	1553.66	0.00	1029961.88	760834.59	269127.29
14+309,70	164.43	0.00	1236.56	0.00	1031198.44	760834.59	270363.85
14+317,34	159.44	0.00	5085.10	0.00	1036283.53	760834.59	275448.94
14+350,00	163.91	0.00	183.50	0.00	1036467.03	760834.59	275632.45
14+351,17	163.91	0.00	8968.48	0.00	1045435.52	760834.59	284600.93
14+400,00	204.18	0.00	4859.41	39.23	1050294.92	760873.82	289421.11
14+450,00	21.35	2.35	376.82	41.54	1050671.75	760915.36	289756.39
14+467,65	21.35	2.35	1.47	0.48	1050673.22	760915.84	289757.38
14+467,74	9.03	8.80	97.08	618.90	1050770.30	761534.74	289235.56
14+500,00	0.00	31.99	206.44	802.66	1050976.75	762337.40	288639.35
14+550,00	12.39	4.36	2296.32	72.70	1053273.07	762410.10	290862.97
14+600,00	91.69	0.00	1903.86	209.97	1055176.93	762620.07	292556.85
14+650,00	3.82	12.60	139.33	459.36	1055316.26	763079.43	292236.83
14+686,46	3.82	12.60	124.35	51.58	1055440.61	763131.01	292309.60
14+698,57	19.71	0.00	39.22	0.69	1055479.83	763131.70	292348.13
14+700,00	36.06	1.45	2620.22	24.14	1058100.05	763155.84	294944.21
14+750,00	70.68	0.00	3002.05	0.00	1061102.09	763155.84	297946.25
14+800,00	50.00	0.00	3253.41	0.00	1064355.50	763155.84	301199.66
14+850,00	81.41	0.00	1926.04	465.07	1066281.55	763620.91	302660.64
14+900,00	8.25	27.90	137.45	2296.40	1066419.00	765917.30	300501.69
14+950,00	0.00	66.73	145.56	1918.55	1066564.55	767835.85	298728.70

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCION (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
15+000,00	8.73	15.86	2717.23	264.27	1069281.78	768100.13	301181.65
15+050,00	121.70	0.00	1375.90	0.00	1070657.68	768100.13	302557.55
15+061,31	121.70	0.00	3225.80	0.00	1073883.48	768100.13	305783.36
15+088,93	117.00	0.00	1389.56	0.00	1075273.04	768100.13	307172.91
15+100,00	134.35	0.00	1976.44	0.00	1077249.48	768100.13	309149.35
15+114,71	134.35	0.00	4561.76	0.00	1081811.23	768100.13	313711.11
15+150,00	128.46	0.00	1226.09	0.00	1083037.32	768100.13	314937.20
15+159,71	128.46	0.00	4073.21	0.00	1087110.54	768100.13	319010.41
15+191,19	130.29	0.00	1101.31	0.00	1088211.85	768100.13	320111.72
15+200,00	126.01	0.00	2883.52	0.00	1091095.37	768100.13	322995.25
15+223,55	126.01	0.00	3720.94	0.00	1094816.31	768100.13	326716.19
15+250,00	155.91	0.00	6663.90	0.00	1101480.22	768100.13	333380.09
15+292,74	155.91	0.00	270.63	0.00	1101750.85	768100.13	333650.73
15+294,52	158.41	0.00	829.39	0.00	1102580.24	768100.13	334480.12
15+300,00	144.44	0.00	4622.65	0.00	1107202.89	768100.13	339102.77
15+350,00	48.89	0.00	6890.03	0.00	1114092.92	768100.13	345992.80
15+400,00	253.25	0.00	8597.86	0.00	1122690.78	768100.13	354590.65
15+450,00	101.95	0.00	3665.46	0.00	1126356.24	768100.13	358256.12
15+485,96	101.95	0.00	26.42	0.00	1126382.67	768100.13	358282.54
15+486,37	30.42	0.00	405.61	0.00	1126788.27	768100.13	358688.15
15+500,00	29.12	0.00	5968.06	0.00	1132756.33	768100.13	364656.21
15+550,00	244.58	0.00	12242.34	0.00	1144998.68	768100.13	376898.55
15+600,00	245.12	0.00	12579.21	0.00	1157577.89	768100.13	389477.76
15+650,00	258.11	0.00	15356.91	0.00	1172934.80	768100.13	404834.68
15+700,00	358.93	0.00	16762.62	0.00	1189697.42	768100.13	421597.30
15+750,00	312.12	0.00	15802.07	0.00	1205499.49	768100.13	437399.37
15+800,00	319.98	0.00	16722.86	0.00	1222222.35	768100.13	454122.22
15+850,00	349.14	0.00	17176.80	0.00	1239399.14	768100.13	471299.02
15+899,20	349.14	0.00	267.11	0.00	1239666.26	768100.13	471566.13
15+900,00	298.78	0.00	4862.08	0.00	1244528.34	768100.13	476428.22
15+915,84	298.78	0.00	3343.21	0.00	1247871.55	768100.13	479771.42
15+927,58	270.75	0.00	1938.25	0.00	1249809.80	768100.13	481709.67
15+935,62	196.56	0.00	3030.37	0.00	1252840.17	768100.13	484740.05
15+950,00	225.14	0.00	385.33	0.00	1253225.51	768100.13	485125.38
15+951,71	225.14	0.00	5904.71	0.00	1259130.21	768100.13	491030.09
15+976,51	238.14	0.00	1942.14	0.00	1261072.35	768100.13	492972.23
15+986,70	146.57	0.00	1457.38	0.00	1262529.73	768100.13	494429.61
16+000,00	75.00	0.00	378.13	0.00	1262907.87	768100.13	494807.74
16+005,00	75.00	0.00	1345.38	0.00	1264253.25	768100.13	496153.12
16+025,10	59.21	0.00	333.52	9.72	1264586.77	768109.84	496476.93
16+039,33	1.76	2.01	6.26	423.60	1264593.03	768533.44	496059.59
16+050,00	0.00	102.70	0.00	5.71	1264593.03	768539.15	496053.87
16+050,06	0.00	102.70	0.00	2641.69	1264593.03	771180.84	493412.19
16+074,47	0.00	102.79	0.00	439.66	1264593.03	771620.50	492972.52
16+078,48	0.00	116.56	0.00	2549.04	1264593.03	774169.54	490423.48
16+100,00	0.00	109.61	0.00	675.84	1264593.03	774845.38	489747.64
16+105,92	0.00	109.61	0.00	1472.53	1264593.03	776317.91	488275.12

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
16+119,56	0.00	106.34	0.00	1718.84	1264593.03	778036.75	486556.27
16+134,13	0.00	121.52	0.00	1560.23	1264593.03	779596.98	484996.04
16+146,94	0.00	122.06	0.00	403.21	1264593.03	780000.19	484592.83
16+150,00	0.00	132.94	0.00	1390.53	1264593.03	781390.72	483202.30
16+160,13	0.00	132.94	0.00	2160.58	1264593.03	783551.30	481041.73
16+176,45	0.00	131.82	3.73	2728.00	1264596.76	786279.30	478317.45
16+200,00	0.49	90.94	2.53	526.72	1264599.29	786806.02	477793.26
16+205,45	0.49	90.94	4.28	1138.85	1264603.56	787944.87	476658.69
16+218,71	0.18	80.89	0.92	1524.23	1264604.48	789469.10	475135.38
16+234,12	0.00	107.83	0.00	442.03	1264604.48	789911.13	474693.35
16+237,79	0.00	133.37	0.00	1694.89	1264604.48	791606.02	472998.46
16+250,00	0.00	134.87	0.00	3368.92	1264604.48	794974.94	469629.54
16+274,22	0.00	134.87	0.00	1094.42	1264604.48	796069.36	468535.11
16+284,69	0.00	76.83	0.00	88.72	1264604.48	796158.09	468446.39
16+286,00	0.00	57.25	0.00	596.85	1264604.48	796754.94	467849.54
16+300,00	0.00	29.55	0.00	132.19	1264604.48	796887.13	467717.35
16+304,47	0.00	29.55	0.37	449.70	1264604.84	797336.83	467268.02
16+324,11	0.05	17.16	69.55	147.88	1264674.39	797484.71	467189.69
16+335,26	17.67	9.71	383.84	65.93	1265058.23	797550.64	467507.59
16+350,00	33.50	1.06	400.49	11.77	1265458.73	797562.41	467896.31
16+361,58	33.50	1.06	2618.79	155.98	1268077.52	797718.40	470359.12
16+400,00	110.23	8.18	5809.07	136.38	1273886.58	797854.78	476031.81
16+450,00	122.23	0.00	4893.77	0.00	1278780.35	797854.78	480925.58
16+500,00	75.39	0.00	1775.01	0.00	1280555.36	797854.78	482700.59
16+523,54	75.39	0.00	639.32	71.61	1281194.68	797926.38	483268.29
16+537,98	22.00	14.59	153.46	174.31	1281348.14	798100.70	483247.44
16+546,89	12.84	24.98	38.92	85.22	1281387.05	798185.92	483201.14
16+550,00	13.38	27.81	94.39	213.55	1281481.44	798399.47	483081.97
16+557,39	13.38	27.81	169.76	305.41	1281651.20	798704.88	482946.33
16+569,18	15.43	24.03	125.53	129.67	1281776.74	798834.55	482942.19
16+575,79	21.14	17.08	272.59	212.58	1282049.33	799047.12	483002.20
16+588,34	22.29	16.79	283.76	167.88	1282333.09	799215.01	483118.08
16+600,00	28.69	11.07	181.23	76.04	1282514.32	799291.04	483223.27
16+606,59	28.69	11.07	736.31	205.35	1283250.63	799496.39	483754.23
16+629,27	36.40	7.18	271.56	135.01	1283522.19	799631.41	483890.78
16+639,25	21.13	19.85	101.70	447.40	1283623.89	800078.81	483545.08
16+650,00	1.54	68.21	34.29	1518.95	1283658.18	801597.76	482060.42
16+672,27	1.54	68.21	5.24	889.79	1283663.42	802487.55	481175.87
16+682,24	0.00	119.31	0.00	2435.77	1283663.42	804923.32	478740.10
16+700,00	0.00	155.72	0.00	180.96	1283663.42	805104.28	478559.14
16+701,16	0.00	155.72	0.00	2286.34	1283663.42	807390.62	476272.80
16+715,28	0.00	157.12	0.00	5048.99	1283663.42	812439.61	471223.81
16+750,00	0.00	134.04	90.85	4300.78	1283754.27	816740.38	467013.89
16+800,00	5.45	45.72	634.85	1392.98	1284389.11	818133.36	466255.75
16+850,00	21.75	13.25	810.63	881.92	1285199.74	819015.28	466184.46
16+900,00	11.25	22.43	60.08	119.83	1285259.83	819135.12	466124.71
16+905,34	11.25	22.43	140.65	433.73	1285400.47	819568.85	465831.62

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
16+921,01	7.64	30.89	117.65	1070.17	1285518.12	820639.02	464879.10
16+945,65	2.40	57.35	3.40	419.68	1285521.52	821058.70	464462.82
16+950,00	0.00	133.14	0.00	1535.81	1285521.52	822594.51	462927.02
16+961,10	0.00	133.14	0.00	5545.91	1285521.52	828140.42	457381.10
17+000,00	0.00	152.20	0.00	91.13	1285521.52	828231.56	457289.97
17+000,60	0.00	152.20	0.00	2221.07	1285521.52	830452.62	455068.90
17+014,61	0.00	152.47	1.46	4617.60	1285522.98	835070.22	450452.76
17+046,92	0.14	133.53	12.61	330.16	1285535.59	835400.38	450135.21
17+050,00	11.56	74.18	168.80	1198.36	1285704.39	836598.74	449105.65
17+065,37	11.56	74.18	338.06	1666.94	1286042.45	838265.68	447776.77
17+088,18	18.33	71.93	156.74	635.95	1286199.19	838901.64	447297.56
17+097,31	17.91	60.88	48.27	163.01	1286247.46	839064.65	447182.81
17+100,00	17.93	60.16	151.80	509.42	1286399.26	839574.07	446825.19
17+108,47	17.93	60.16	224.38	1088.08	1286623.64	840662.15	445961.49
17+123,40	14.04	79.00	84.02	804.46	1286707.65	841466.61	445241.04
17+131,89	6.26	111.39	36.81	2294.87	1286744.46	843761.49	442982.98
17+150,00	0.00	130.92	0.00	689.96	1286744.46	844451.44	442293.02
17+155,05	0.00	130.92	0.00	3928.85	1286744.46	848380.29	438364.17
17+185,29	0.00	128.94	0.00	87.67	1286744.46	848467.97	438276.50
17+186,01	0.00	108.72	0.00	1411.79	1286744.46	849879.76	436864.71
17+200,00	0.00	93.26	0.00	2425.64	1286744.46	852305.40	434439.06
17+226,01	0.00	93.26	0.00	1487.33	1286744.46	853792.73	432951.74
17+241,96	0.00	88.64	11.24	571.54	1286755.70	854364.27	432391.43
17+250,00	4.20	54.93	64.27	841.47	1286819.97	855205.74	431614.22
17+265,32	4.20	54.93	442.76	609.22	1287262.73	855814.96	431447.77
17+280,60	70.22	24.20	1887.04	114.00	1289149.77	855928.96	433220.81
17+294,74	209.16	0.00	1337.46	0.00	1290487.23	855928.96	434558.28
17+300,00	320.00	0.00	3859.89	0.00	1294347.12	855928.96	438418.17
17+312,40	320.00	0.00	4135.57	0.00	1298482.69	855928.96	442553.73
17+323,89	401.35	0.00	11197.89	0.00	1309680.58	855928.96	453751.63
17+349,67	486.94	0.00	189.89	0.00	1309870.47	855928.96	453941.51
17+350,00	659.27	0.00	3716.06	0.00	1313586.53	855928.96	457657.58
17+355,64	659.27	0.00	16238.36	0.00	1329824.90	855928.96	473895.94
17+379,92	694.53	0.00	15613.35	0.00	1345438.25	855928.96	489509.29
17+399,73	885.84	0.00	202.68	0.00	1345640.93	855928.96	489711.97
17+399,94	1036.78	0.00	57.85	0.00	1345698.78	855928.96	489769.83
17+400,00	1038.54	0.00	16149.60	0.00	1361848.38	855928.96	505919.42
17+415,55	1038.54	0.00	21660.73	0.00	1383509.11	855928.96	527580.16
17+435,54	1140.27	0.00	654.60	0.00	1384163.71	855928.96	528234.75
17+436,09	1233.96	0.00	17368.95	0.00	1401532.66	855928.96	545603.70
17+450,00	1267.85	0.00	16798.27	0.00	1418330.92	855928.96	562401.97
17+463,27	1267.85	0.00	3249.25	0.00	1421580.18	855928.96	565651.22
17+465,81	1295.69	0.00	7030.79	0.00	1428610.97	855928.96	572682.01
17+471,26	1287.34	0.00	35449.43	0.00	1464060.40	855928.96	608131.45
17+500,00	1180.36	0.00	50680.92	0.00	1514741.32	855928.96	658812.37
17+550,00	855.57	0.00	31440.23	0.00	1546181.55	855928.96	690252.60
17+600,00	426.66	0.00	13465.26	0.00	1559646.81	855928.96	703717.86

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
17+650,00	138.32	0.00	6148.35	0.00	1565795.17	855928.96	709866.21
17+700,00	108.23	0.00	4650.80	0.00	1570445.97	855928.96	714517.01
17+742,97	108.23	0.00	826.35	0.00	1571272.32	855928.96	715343.36
17+750,00	121.80	0.00	673.70	0.00	1571946.02	855928.96	716017.06
17+755,39	121.80	0.00	93.16	0.00	1572039.18	855928.96	716110.22
17+756,22	103.33	0.00	2489.81	0.00	1574529.00	855928.96	718600.04
17+779,68	100.50	0.00	980.49	91.31	1575509.49	856020.27	719489.22
17+797,36	20.47	15.49	11.94	40.95	1575521.43	856061.21	719460.22
17+798,77	0.56	47.73	0.35	63.09	1575521.78	856124.31	719397.47
17+800,00	0.08	54.77	0.68	476.25	1575522.46	856600.55	718921.91
17+808,70	0.08	54.77	0.81	1987.45	1575523.28	858588.00	716935.27
17+838,94	0.00	80.99	0.00	1895.45	1575523.28	860483.45	715039.83
17+850,00	0.00	281.83	0.00	980.28	1575523.28	861463.73	714059.54
17+853,48	0.00	281.83	0.00	1384.23	1575523.28	862847.96	712675.32
17+858,32	0.00	300.31	0.00	3279.41	1575523.28	866127.37	709395.91
17+868,84	0.00	323.51	0.00	13986.66	1575523.28	880114.02	695409.25
17+900,00	0.00	596.38	0.00	2329.33	1575523.28	882443.35	693079.93
17+903,91	0.00	596.38	0.00	10720.08	1575523.28	893163.43	682359.85
17+921,61	0.00	615.35	0.00	7412.17	1575523.28	900575.60	674947.68
17+933,54	0.00	630.99	0.00	6218.87	1575523.28	906794.47	668728.81
17+943,67	0.00	596.46	0.00	3454.16	1575523.28	910248.63	665274.65
17+950,00	0.00	498.12	0.00	11589.35	1575523.28	921837.98	653685.29
17+973,30	0.00	498.12	0.00	5346.33	1575523.28	927184.31	648338.97
17+986,12	0.00	340.75	0.00	3530.47	1575523.28	930714.78	644808.49
18+000,00	0.00	182.39	0.00	441.75	1575523.28	931156.53	644366.74
18+002,46	0.00	182.39	0.00	2827.22	1575523.28	933983.76	641539.52
18+018,52	0.00	169.74	0.00	1430.65	1575523.28	935414.41	640108.87
18+029,84	0.00	91.21	0.00	332.95	1575523.28	935747.36	639775.91
18+034,24	0.00	60.93	13.12	760.99	1575536.39	936508.35	639028.04
18+050,00	2.44	39.06	50.60	750.68	1575586.99	937259.04	638327.96
18+069,79	2.44	39.06	97.18	393.31	1576584.17	937652.35	638931.83
18+100,00	82.42	0.00	7064.09	0.00	1583648.27	937652.35	645995.92
18+150,00	209.90	0.00	11774.20	0.00	1595422.47	937652.35	657770.12
18+200,00	262.03	0.00	11351.82	0.00	1606774.29	937652.35	669121.94
18+250,00	193.76	0.00	6851.47	0.00	1613625.75	937652.35	675973.40
18+285,36	193.76	0.00	2281.06	0.00	1615906.81	937652.35	678254.46
18+297,46	193.59	0.00	488.52	0.00	1616395.34	937652.35	678742.99
18+300,00	190.52	0.00	4569.40	0.00	1620964.73	937652.35	683312.39
18+323,98	190.52	0.00	1958.86	0.00	1622923.59	937652.35	685271.24
18+335,44	159.28	0.00	1867.85	0.00	1624791.44	937652.35	687139.10
18+350,00	99.56	0.00	2239.60	0.00	1627031.05	937652.35	689378.70
18+372,49	99.56	0.00	1061.18	14.15	1628092.23	937666.50	690425.73
18+389,28	36.17	2.48	69.86	39.96	1628162.08	937706.45	690455.63
18+392,40	11.00	27.63	56.15	279.86	1628218.24	937986.31	690231.92
18+400,00	4.90	43.99	87.43	854.12	1628305.66	938840.43	689465.23
18+418,73	4.90	43.99	41.75	664.23	1628347.42	939504.66	688842.76
18+431,67	1.80	59.02	3.40	128.69	1628350.82	939633.35	688717.47

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
18+433,72	1.68	62.34	110.24	716.44	1628461.06	940349.79	688111.27
18+450,00	13.82	27.96	201.54	407.81	1628662.60	940757.60	687905.01
18+464,58	13.82	27.96	242.09	237.23	1628904.69	940994.82	687909.87
18+476,53	29.55	11.41	1706.14	89.25	1630610.83	941084.08	689526.75
18+500,00	127.22	0.00	10272.84	0.00	1640883.67	941084.08	699799.59
18+550,00	295.32	0.00	16745.74	0.00	1657629.40	941084.08	716545.33
18+600,00	376.14	0.00	16304.02	0.00	1673933.42	941084.08	732849.34
18+650,00	278.47	0.00	6425.31	0.00	1680358.73	941084.08	739274.65
18+673,07	278.47	0.00	572.38	0.00	1680931.10	941084.08	739847.03
18+675,57	198.43	0.00	3504.27	0.00	1684435.37	941084.08	743351.30
18+700,00	94.76	0.00	581.40	0.00	1685016.77	941084.08	743932.69
18+706,14	94.76	0.00	1817.66	0.00	1686834.43	941084.08	745750.36
18+727,00	74.52	0.00	855.74	108.51	1687690.17	941192.59	746497.58
18+748,56	13.19	15.10	6.46	73.77	1687696.63	941266.36	746430.28
18+750,00	0.00	104.34	0.00	608.91	1687696.63	941875.27	745821.37
18+756,02	0.00	104.34	0.00	3829.30	1687696.63	945704.57	741992.06
18+787,18	0.00	142.43	0.00	2879.88	1687696.63	948584.45	739112.18
18+800,00	0.00	334.74	0.00	6456.19	1687696.63	955040.65	732655.98
18+819,85	0.00	334.74	0.00	2039.48	1687696.63	957080.13	730616.51
18+825,33	0.00	411.30	0.00	8548.54	1687696.63	965628.67	722067.96
18+846,46	0.00	418.46	0.00	1443.46	1687696.63	967072.13	720624.51
18+850,00	0.00	396.62	0.00	5977.97	1687696.63	973050.10	714646.54
18+865,07	0.00	396.62	0.00	8738.00	1687696.63	981788.09	705908.54
18+888,77	0.00	357.52	0.00	1686.70	1687696.63	983474.79	704221.85
18+894,16	0.00	270.40	0.00	1407.95	1687696.63	984882.73	702813.90
18+900,00	0.00	227.05	0.00	8726.04	1687696.63	993608.77	694087.86
18+939,69	0.00	227.05	0.01	1504.11	1687696.64	995112.88	692583.76
18+948,36	0.00	124.87	0.50	197.79	1687697.14	995310.67	692386.47
18+950,00	0.92	107.17	9.62	1225.92	1687706.76	996536.59	691170.16
18+960,96	0.92	107.17	689.19	2721.47	1688395.94	999258.06	689137.88
19+000,00	45.56	38.09	30.04	25.11	1688425.98	999283.17	689142.81
19+000,66	45.56	38.09	329.82	244.76	1688755.80	999527.93	689227.87
19+007,56	45.82	37.44	1593.05	2067.75	1690348.85	1001595.68	688753.17
19+050,00	29.83	60.96	497.16	5465.70	1690846.02	1007061.38	683784.64
19+100,00	0.00	166.30	0.00	2673.48	1690846.02	1009734.86	681111.16
19+116,08	0.00	166.30	0.00	19.62	1690846.02	1009754.48	681091.54
19+116,21	0.00	122.81	154.95	2286.74	1691000.96	1012041.22	678959.74
19+150,00	13.76	24.90	1570.70	414.99	1692571.67	1012456.21	680115.46
19+200,00	53.39	0.00	1299.56	0.00	1693871.22	1012456.21	681415.01
19+224,34	53.39	0.00	1204.66	0.00	1695075.89	1012456.21	682619.68
19+244,83	62.91	0.00	290.13	0.00	1695366.02	1012456.21	682909.81
19+250,00	49.56	0.00	1346.74	164.72	1696712.76	1012620.93	684091.83
19+300,00	9.52	9.88	341.05	354.07	1697053.81	1012975.01	684078.80
19+335,82	9.52	9.88	42.04	105.51	1697095.84	1013080.51	684015.33
19+345,30	0.69	13.05	1.08	89.77	1697096.92	1013170.28	683926.64
19+350,00	0.00	25.86	0.00	3158.46	1697096.92	1016328.74	680768.18
19+400,00	0.00	110.26	0.00	3051.13	1697096.92	1019379.87	677717.06

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCION (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
19+427,67	0.00	110.26	0.00	2096.24	1697096.92	1021476.10	675620.82
19+439,62	0.00	241.74	0.00	3340.57	1697096.92	1024816.68	672280.24
19+450,00	0.00	409.48	0.00	10149.47	1697096.92	1034966.15	662130.77
19+474,79	0.00	409.48	0.00	12540.44	1697096.92	1047506.59	649590.33
19+499,37	0.00	603.07	0.00	435.26	1697096.92	1047941.85	649155.07
19+500,00	0.00	780.71	0.00	14037.63	1697096.92	1061979.48	635117.44
19+517,98	0.00	780.71	0.00	20195.33	1697096.92	1082174.82	614922.11
19+542,64	0.00	846.14	0.00	1078.08	1697096.92	1083252.89	613844.03
19+543,78	0.00	1042.65	0.00	6793.59	1697096.92	1090046.48	607050.44
19+550,00	0.00	1103.57	0.00	23244.82	1697096.92	1113291.30	583805.62
19+570,64	0.00	1103.57	0.00	678.46	1697096.92	1113969.76	583127.16
19+571,24	0.00	1150.30	0.00	33170.60	1697096.92	1147140.35	549956.57
19+599,51	0.00	1149.21	0.00	495.95	1697096.92	1147636.31	549460.62
19+600,00	0.00	891.01	0.00	470.11	1697096.92	1148106.42	548990.50
19+600,53	0.00	891.01	0.00	33030.78	1697096.92	1181137.20	515959.72
19+637,30	0.00	886.81	0.00	8990.41	1697096.92	1190127.61	506969.31
19+650,00	0.00	542.53	0.00	7989.21	1697096.92	1198116.82	498980.10
19+664,73	0.00	542.53	0.00	5349.61	1697096.92	1203466.43	493630.49
19+675,72	0.00	428.30	0.00	6729.53	1697096.92	1210195.96	486900.96
19+700,00	0.00	149.85	0.00	5170.18	1697096.92	1215366.14	481730.78
19+734,50	0.00	149.85	0.00	1635.32	1697096.92	1217001.46	480095.46
19+747,02	0.00	108.25	0.00	259.00	1697096.92	1217260.46	479836.46
19+750,00	0.00	67.39	94.00	1460.32	1697190.92	1218720.78	478470.13
19+800,00	5.64	3.94	961.05	65.64	1698151.97	1218786.42	479365.55
19+850,00	37.48	0.00	1520.56	0.00	1699672.53	1218786.42	480886.11
19+900,00	23.85	0.00	743.71	0.00	1700416.23	1218786.42	481629.81
19+931,18	23.85	0.00					

## ANEXO 2.3 MOVIMIENTO DE TIERRA

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
0+000,00	2.04	0.05	120.08	0.88	120.08	0.88	119.20
0+050,00	2.78	0.00	166.31	0.00	286.39	0.88	285.51
0+100,00	3.91	0.00	222.98	0.00	509.38	0.88	508.49
0+150,00	5.04	0.00	279.92	0.00	789.30	0.88	788.42
0+200,00	6.18	0.00	10.75	0.00	800.05	0.88	799.17
0+201,73	6.22	0.00	218.36	0.00	1018.41	0.88	1017.52
0+235,09	6.87	0.00	103.92	0.00	1122.32	0.88	1121.44
0+250,00	7.07	0.00	313.37	0.00	1435.69	0.88	1434.81
0+300,00	5.50	0.00	216.50	0.00	1652.19	0.88	1651.30
0+350,00	3.26	0.00	121.62	10.72	1773.81	11.60	1762.21
0+400,00	1.69	0.64	76.71	50.65	1850.52	62.25	1788.27
0+450,00	1.38	1.44	67.94	75.05	1918.46	137.30	1781.16
0+500,00	1.33	1.57	27.41	33.00	1945.87	170.30	1775.57
0+520,69	1.32	1.62	38.15	48.90	1984.02	219.20	1764.82
0+550,00	1.28	1.72	26.64	38.30	2010.66	257.49	1753.16
0+571,17	1.22	1.91	33.13	61.13	2043.79	318.62	1725.16
0+600,00	1.08	2.34	48.21	135.17	2092.00	453.79	1638.21
0+650,00	0.85	3.09	6.85	25.84	2098.85	479.63	1619.23
0+658,20	0.82	3.21	20.19	93.33	2119.05	572.96	1546.09
0+685,00	0.67	3.78	9.33	59.75	2128.38	632.71	1495.67
0+700,00	0.57	4.19	21.20	241.84	2149.58	874.55	1275.03
0+750,00	0.29	5.51	9.37	309.21	2158.95	1183.76	975.18
0+800,00	0.10	6.89	2.87	380.41	2161.81	1564.17	597.64
0+850,00	0.02	8.35	0.40	457.05	2162.21	2021.22	140.99
0+900,00	0.00	9.95	0.00	537.62	2162.21	2558.84	-396.63
0+950,00	0.00	11.57	0.00	619.37	2162.21	3178.21	-1016.00
1+000,00	0.00	13.22	0.00	693.63	2162.21	3871.84	-1709.63
1+050,00	0.00	14.54	0.00	757.71	2162.21	4629.55	-2467.34
1+100,00	0.00	15.78	0.00	820.09	2162.21	5449.63	-3287.42
1+150,00	0.00	17.03	0.00	865.13	2162.21	6314.76	-4152.55
1+200,00	0.00	17.57	0.00	881.86	2162.21	7196.62	-5034.41
1+250,00	0.00	17.70	0.00	888.14	2162.21	8084.76	-5922.55
1+300,00	0.00	17.83	0.00	860.81	2162.21	8945.56	-6783.35
1+350,00	0.00	16.61	0.00	789.98	2162.21	9735.54	-7573.33
1+400,00	0.00	15.00	0.00	695.56	2162.21	10431.10	-8268.89
1+450,00	0.00	12.85	0.00	381.05	2162.21	10812.15	-8649.94
1+482,91	0.00	10.35	0.00	81.18	2162.21	10893.33	-8731.12

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
1+491,05	0.00	9.64	0.00	82.60	2162.21	10975.93	-8813.72
1+500,00	0.00	8.82	11.43	305.32	2173.65	11281.26	-9107.61
1+550,00	0.69	3.75	126.61	62.45	2300.25	11343.70	-9043.45
1+600,00	5.05	0.00	630.28	0.00	2930.53	11343.70	-8413.17
1+650,00	22.18	0.00	933.05	0.00	3863.58	11343.70	-7480.13
1+700,00	15.35	0.00	608.66	0.00	4472.24	11343.70	-6871.47
1+750,00	9.25	0.00	365.18	0.00	4837.42	11343.70	-6506.29
1+800,00	5.51	0.00	236.65	0.00	5074.07	11343.70	-6269.63
1+850,00	3.99	0.00	198.61	0.00	5272.68	11343.70	-6071.03
1+900,00	3.95	0.00	197.53	0.00	5470.21	11343.70	-5873.50
1+950,00	3.95	0.00	197.53	0.00	5667.73	11343.70	-5675.97
2+000,00	3.95	0.00	197.53	0.00	5865.26	11343.70	-5478.44
2+050,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6062.79	11343.70	-5280.91
2+100,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6260.32	11343.70	-5083.39
2+150,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6457.85	11343.70	-4885.86
2+200,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6655.37	11343.70	-4688.33
2+250,00	3.95	0.00	197.53	0.00	6852.90	11343.70	-4490.80
2+300,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7050.43	11343.70	-4293.28
2+350,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7247.96	11343.70	-4095.75
2+400,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7445.48	11343.70	-3898.22
2+450,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7643.01	11343.70	-3700.69
2+500,00	3.95	0.00	197.53	0.00	7840.54	11343.70	-3503.16
2+550,00	3.95	0.00	182.34	0.00	8022.88	11343.70	-3320.82
2+600,00	3.35	0.00	127.92	4.59	8150.80	11348.29	-3197.50
2+650,00	1.84	0.28	754.25	4.59	8905.05	11352.88	-2447.84
2+700,00	35.35	0.00	2943.63	0.00	11848.68	11352.88	495.80
2+750,00	86.10	0.00	5218.05	0.00	17066.73	11352.88	5713.85
2+800,00	123.76	0.00	7010.17	0.00	24076.90	11352.88	12724.01
2+850,00	157.32	0.00	8569.25	0.00	32646.15	11352.88	21293.27
2+900,00	185.85	0.00	9840.06	0.00	42486.21	11352.88	31133.32
2+950,00	207.96	0.00	10906.07	0.00	53392.28	11352.88	42039.40
3+000,00	228.44	0.00	11947.12	0.00	65339.40	11352.88	53986.51
3+050,00	249.60	0.00	13022.36	0.00	78361.76	11352.88	67008.87
3+100,00	271.45	0.00	14131.80	0.00	92493.55	11352.88	81140.67
3+150,00	293.98	0.00	15275.43	0.00	107768.99	11352.88	96416.10
3+200,00	317.19	0.00	16453.27	0.00	124222.26	11352.88	112869.38
3+250,00	341.09	0.00	17066.95	0.00	141289.21	11352.88	129936.33
3+300,00	341.59	0.00	11600.98	0.00	152890.19	11352.88	141537.31
3+333,11	359.27	0.00	3292.35	0.00	156182.54	11352.88	144829.66
3+342,39	354.33	0.00	2618.73	0.00	158801.27	11352.88	147448.39
3+350,00	333.82	0.00	12740.73	0.00	171542.00	11352.88	160189.12
3+400,00	183.28	0.00	5224.82	0.00	176766.82	11352.88	165413.93
3+434,90	118.49	0.00	1633.41	0.00	178400.23	11352.88	167047.34
3+450,00	99.74	0.00	4017.39	0.00	182417.62	11352.88	171064.74
3+500,00	63.76	0.00	788.40	0.00	183206.02	11352.88	171853.14
3+514,31	47.95	0.00	1581.05	0.00	184787.07	11352.88	173434.19
3+550,00	40.75	0.00	2959.61	0.00	187746.68	11352.88	176393.79

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
3+600,00	79.80	0.00	5996.18	0.00	193742.86	11352.88	182389.97
3+650,00	165.17	0.00	8677.43	0.00	202420.29	11352.88	191067.40
3+700,00	182.07	0.00	9960.63	0.00	212380.92	11352.88	201028.03
3+750,00	216.86	0.00	9033.56	0.00	221414.48	11352.88	210061.59
3+800,00	146.75	0.00	5539.81	0.00	226954.29	11352.88	215601.40
3+850,00	78.38	0.00	1726.07	24.93	228680.36	11377.82	217302.54
3+900,00	5.13	1.50	85.48	1482.20	228765.84	12860.01	215905.83
3+950,00	0.00	76.72	0.00	4040.29	228765.84	16900.31	211865.53
4+000,00	0.00	84.96	0.00	3794.89	228765.84	20695.20	208070.64
4+050,00	0.00	67.18	0.00	2127.92	228765.84	22823.12	205942.72
4+100,00	0.00	22.02	274.91	367.08	229040.75	23190.20	205850.54
4+150,00	16.49	0.00	1792.62	0.00	230833.37	23190.20	207643.17
4+200,00	59.69	0.00	3971.24	0.00	234804.61	23190.20	211614.41
4+250,00	100.96	0.00	6170.26	0.00	240974.87	23190.20	217784.67
4+300,00	147.30	0.00	8643.84	0.00	249618.71	23190.20	226428.51
4+350,00	199.78	0.00	11457.95	0.00	261076.66	23190.20	237886.45
4+400,00	259.85	0.00	14667.16	0.00	275743.82	23190.20	252553.62
4+450,00	328.16	0.00	16867.53	0.00	292611.35	23190.20	269421.15
4+500,00	346.63	0.00	17363.87	0.00	309975.23	23190.20	286785.02
4+550,00	347.93	0.00	17494.52	0.00	327469.75	23190.20	304279.55
4+600,00	351.85	0.00	17757.00	0.00	345226.76	23190.20	322036.55
4+650,00	358.44	0.00	18153.65	0.00	363380.41	23190.20	340190.20
4+700,00	367.73	0.00	18654.38	0.00	382034.78	23190.20	358844.58
4+750,00	378.47	0.00	19194.51	0.00	401229.29	23190.20	378039.09
4+800,00	389.34	0.00	19740.88	0.00	420970.17	23190.20	397779.97
4+850,00	400.33	0.00	20293.51	0.00	441263.69	23190.20	418073.48
4+900,00	411.44	0.00	20852.39	0.00	462116.08	23190.20	438925.87
4+950,00	422.68	0.00	18697.97	0.00	480814.05	23190.20	457623.84
4+993,72	432.61	0.00	2719.58	0.00	483533.63	23190.20	460343.43
5+000,00	434.05	0.00	15759.64	0.00	499293.27	23190.20	476103.07
5+036,76	422.45	0.00	5390.39	0.00	504683.66	23190.20	481493.46
5+050,00	392.01	0.00	16856.19	0.00	521539.85	23190.20	498349.65
5+100,00	285.07	0.00	11839.13	0.00	533378.98	23190.20	510188.78
5+150,00	191.58	0.00	1701.21	0.00	535080.19	23190.20	511889.99
5+159,27	175.73	0.00	2905.59	0.00	537985.78	23190.20	514795.58
5+177,35	145.51	0.00	2880.87	0.00	540866.66	23190.20	517676.45
5+200,00	109.72	0.00	3636.83	0.00	544503.49	23190.20	521313.28
5+250,00	41.23	0.00	751.37	90.11	545254.86	23280.31	521974.55
5+300,00	0.30	5.41	1.75	192.15	545256.61	23472.47	521784.15
5+317,26	0.00	18.10	0.00	318.22	545256.61	23790.69	521465.93
5+330,87	0.00	29.06	0.00	707.45	545256.61	24498.13	520758.48
5+350,00	0.00	45.50	0.00	3427.61	545256.61	27925.75	517330.87
5+400,00	0.00	94.56	0.00	2983.10	545256.61	30908.85	514347.77
5+431,36	0.00	95.67	0.00	1749.76	545256.61	32658.61	512598.00
5+450,00	0.00	92.11	0.00	4267.97	545256.61	36926.58	508330.04
5+498,95	0.00	82.37	0.00	86.65	545256.61	37013.22	508243.39
5+500,00	0.00	82.15	0.00	3853.56	545256.61	40866.79	504389.83

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMÉN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMÉN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
5+550,00	0.00	72.10	0.00	3360.01	545256.61	44226.79	501029.82
5+600,00	0.00	62.42	0.00	2301.14	545256.61	46527.93	498728.68
5+639,19	0.00	55.09	0.00	584.85	545256.61	47112.79	498143.83
5+650,00	0.00	53.11	0.00	705.69	545256.61	47818.48	497438.13
5+663,60	0.00	50.65	0.00	1724.47	545256.61	49542.95	495713.66
5+700,00	0.00	44.19	0.00	1991.63	545256.61	51534.58	493722.03
5+750,00	0.00	35.63	0.00	1572.78	545256.61	53107.37	492149.25
5+800,00	0.00	27.46	0.00	1184.94	545256.61	54292.31	490964.31
5+850,00	0.00	20.13	0.00	849.97	545256.61	55142.28	490114.33
5+900,00	0.00	14.05	0.00	574.23	545256.61	55716.51	489540.10
5+950,00	0.00	9.10	4.88	359.53	545261.49	56076.03	489185.45
6+000,00	0.29	5.44	28.34	205.76	545289.83	56281.79	489008.04
6+050,00	0.90	2.92	58.37	100.51	545348.20	56382.30	488965.90
6+100,00	1.46	1.22	82.72	33.42	545430.92	56415.72	489015.20
6+150,00	1.85	0.24	51.67	2.17	545482.60	56417.89	489064.71
6+176,98	1.98	0.00	6.77	0.00	545489.37	56417.89	489071.48
6+180,38	2.00	0.00	39.98	0.00	545529.35	56417.89	489111.46
6+200,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545633.04	56417.89	489215.15
6+250,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545736.73	56417.89	489318.84
6+300,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545840.42	56417.89	489422.53
6+350,00	2.07	0.00	103.69	0.00	545944.11	56417.89	489526.21
6+400,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546047.79	56417.89	489629.90
6+450,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546151.48	56417.89	489733.59
6+500,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546255.17	56417.89	489837.28
6+550,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546358.86	56417.89	489940.97
6+600,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546462.55	56417.89	490044.66
6+650,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546566.24	56417.89	490148.35
6+700,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546669.93	56417.89	490252.04
6+750,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546773.62	56417.89	490355.73
6+800,00	2.07	0.00	103.69	0.00	546877.31	56417.89	490459.42
6+850,00	2.07	0.00	75.56	98.14	546952.87	56516.04	490436.83
6+900,00	1.01	5.89	16.86	1737.87	546969.72	58253.91	488715.82
6+950,00	0.00	77.08	0.00	5671.09	546969.72	63925.00	483044.72
7+000,00	0.00	154.17	0.00	7794.29	546969.72	71719.29	475250.43
7+050,00	0.00	157.60	0.00	7814.58	546969.72	79533.87	467435.85
7+100,00	0.00	154.98	0.00	7668.58	546969.72	87202.46	459767.27
7+150,00	0.00	151.77	0.00	7251.69	546969.72	94454.14	452515.58
7+200,00	0.00	138.40	0.00	7073.89	546969.72	101528.04	445441.69
7+250,00	0.00	144.57	0.00	8672.97	546969.72	110201.00	436768.72
7+300,00	0.00	204.05	0.00	9455.02	546969.72	119656.02	427313.70
7+350,00	0.00	174.54	0.00	8794.45	546969.72	128450.47	418519.26
7+400,00	0.00	177.25	0.00	8927.16	546969.72	137377.62	409592.10
7+450,00	0.00	179.84	0.00	9057.43	546969.72	146435.06	400534.67
7+500,00	0.00	182.46	0.00	9188.43	546969.72	155623.49	391346.24
7+550,00	0.00	185.08	0.00	9320.14	546969.72	164943.62	382026.10
7+600,00	0.00	187.72	0.00	9452.56	546969.72	174396.18	372573.54
7+650,00	0.00	190.38	0.00	9585.70	546969.72	183981.88	362987.85

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCION (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
9+450,00	9.32	2.47	902.68	38.44	564224.86	297613.13	266611.72
9+497,45	29.84	0.00	79.22	0.00	564304.07	297613.13	266690.94
9+500,00	32.34	0.00	2469.90	0.00	566773.98	297613.13	269160.84
9+550,00	68.72	0.00	4339.40	0.00	571113.38	297613.13	273500.24
9+600,00	106.21	0.00	989.41	0.00	572102.79	297613.13	274489.66
9+609,01	113.34	0.00	5307.50	0.00	577410.29	297613.13	279797.15
9+650,00	145.37	0.00	464.28	0.00	577874.57	297613.13	280261.43
9+653,15	148.14	0.00	7856.28	0.00	585730.85	297613.13	288117.71
9+700,00	188.06	0.00	9219.68	0.00	594950.52	297613.13	297337.39
9+750,00	180.75	0.00	5276.72	0.00	600227.25	297613.13	302614.11
9+779,30	179.44	0.00	3706.53	0.00	603933.77	297613.13	306320.64
9+800,00	177.72	0.00	886.98	0.00	604820.75	297613.13	307207.62
9+804,99	176.93	0.00	7741.81	0.00	612562.56	297613.13	314949.43
9+850,00	167.12	0.00	7972.30	0.00	620534.86	297613.13	322921.73
9+900,00	151.90	0.00	7105.73	0.00	627640.60	297613.13	330027.46
9+950,00	132.55	0.00	2654.08	0.00	630294.68	297613.13	332681.54
9+970,74	123.45	0.00	3398.60	0.00	633693.27	297613.13	336080.14
10+000,00	108.66	0.00	1216.27	0.00	634909.55	297613.13	337296.41
10+011,53	102.02	0.00	4115.70	0.00	639025.25	297613.13	341412.12
10+050,00	112.02	0.00	4124.88	0.00	643150.13	297613.13	345536.99
10+100,00	56.16	0.00	2033.04	0.00	645183.17	297613.13	347570.03
10+150,00	26.93	0.00	830.37	0.00	646013.54	297613.13	348400.40
10+200,00	8.11	0.00	1453.32	0.00	647466.85	297613.13	349853.72
10+250,00	57.50	0.00	2918.48	0.00	650385.34	297613.13	352772.20
10+300,00	59.25	0.00	1129.44	178.07	651514.78	297791.21	353723.57
10+350,00	0.96	10.68	16.06	2321.41	651530.83	300112.62	351418.22
10+400,00	0.00	96.49	0.00	4725.07	651530.83	304837.68	346693.15
10+450,00	0.00	92.53	0.00	2943.86	651530.83	307781.55	343749.29
10+500,00	0.00	30.76	0.00	997.33	651530.83	308778.88	342751.95
10+550,00	0.00	10.83	5.63	941.35	651536.47	309720.23	341816.24
10+600,00	0.34	28.18	33.75	1446.32	651570.22	311166.55	340403.67
10+650,00	1.08	29.68	18.03	2995.18	651588.25	314161.73	337426.52
10+700,00	0.00	96.51	0.00	1467.11	651588.25	315628.84	335959.41
10+720,26	0.00	50.71	6.77	1364.69	651595.02	316993.53	334601.50
10+750,00	0.67	43.06	7.27	1850.06	651602.29	318843.59	332758.70
10+781,92	0.00	77.51	0.00	1684.03	651602.29	320527.62	331074.67
10+800,00	0.00	109.66	0.00	12591.04	651602.29	333118.66	318483.64
10+850,00	0.00	428.93	0.00	28199.88	651602.29	361318.54	290283.75
10+900,00	0.00	710.87	0.00	36933.70	651602.29	398252.24	253350.05
10+950,00	0.00	766.83	0.00	6902.83	651602.29	405155.07	246447.22
10+958,95	0.00	775.70	0.00	32611.36	651602.29	437766.43	213835.86
11+000,00	0.00	812.87	0.00	4584.12	651602.29	442350.55	209251.74
11+005,63	0.00	813.98	0.00	29300.43	651602.29	471650.99	179951.30
11+050,00	0.00	517.98	0.00	7026.87	651602.29	478677.86	172924.43
11+063,27	0.00	541.05	0.00	12879.14	651602.29	491556.99	160045.30
11+100,00	0.00	196.16	16.84	1979.86	651619.13	493536.85	158082.28
11+120,69	2.39	26.33	2796.23	251.50	654415.36	493788.35	160627.01

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
11+149,35	265.17	0.00	179.66	0.00	654595.03	493788.35	160806.67
11+150,00	272.26	0.00	20584.43	0.00	675179.46	493788.35	181391.11
11+200,00	552.25	0.00	3923.83	0.00	679103.29	493788.35	185314.94
11+206,82	583.93	0.00	29776.98	0.00	708880.27	493788.35	215091.92
11+250,00	800.87	0.00	30338.30	0.00	739218.57	493788.35	245430.22
11+300,00	431.54	0.00	11935.40	0.00	751153.97	493788.35	257365.62
11+350,00	88.81	0.00	2382.08	364.15	753536.05	494152.50	259383.55
11+400,00	16.19	21.85	284.14	1792.19	753820.19	495944.69	257875.50
11+450,00	0.04	51.98	0.69	6707.99	753820.88	502652.68	251168.20
11+500,00	0.00	239.03	0.00	14906.63	753820.88	517559.32	236261.56
11+550,00	0.00	361.44	0.00	22388.70	753820.88	539948.01	213872.87
11+600,00	0.00	540.07	0.00	26731.57	753820.88	566679.59	187141.29
11+650,00	0.00	529.21	214.57	12332.13	754035.45	579011.72	175023.73
11+700,00	12.87	49.26	438.00	4406.77	754473.45	583418.49	171054.96
11+750,00	5.21	133.93	192.71	6084.41	754666.16	589502.90	165163.26
11+800,00	2.64	109.85	3146.93	1830.78	757813.09	591333.68	166479.41
11+850,00	165.29	0.00	1637.06	0.00	759450.14	591333.68	168116.47
11+859,82	168.29	0.00	3090.89	0.00	762541.03	591333.68	171207.35
11+879,20	162.99	0.00	3284.19	0.00	765825.22	591333.68	174491.55
11+900,00	152.83	0.00	5567.71	106.35	771392.93	591440.03	179952.90
11+950,00	74.51	6.38	2866.88	612.99	774259.80	592053.02	182206.79
12+000,00	41.73	19.30	708.18	309.82	774967.99	592362.84	182605.15
12+016,96	41.80	17.26	1404.34	350.67	776372.33	592713.51	183658.81
12+050,00	47.30	4.46	1446.51	159.16	777818.84	592872.68	184946.17
12+077,91	61.40	6.53	604.85	455.91	778423.69	593328.59	185095.11
12+091,15	31.61	74.70	206.65	947.77	778630.34	594276.36	184353.99
12+100,00	18.17	131.98	28.79	277.00	778659.13	594553.35	184105.78
12+101,91	13.72	144.13	219.98	14654.50	778879.11	609207.86	169671.26
12+150,00	0.00	501.26	0.00	3654.20	778879.11	612862.06	166017.05
12+156,93	0.00	554.02	0.00	24963.44	778879.11	637825.50	141053.61
12+195,52	0.00	730.61	0.00	3262.94	778879.11	641088.45	137790.67
12+200,00	0.00	726.29	0.00	28195.89	778879.11	669284.34	109594.77
12+250,00	0.00	415.88	2176.12	10865.92	781055.23	680150.26	100904.96
12+300,00	130.57	67.96	4803.10	494.08	785858.32	680644.34	105213.99
12+321,81	324.32	0.00	767.54	0.00	786625.86	680644.34	105981.52
12+324,25	329.52	0.00	8100.58	0.00	794726.44	680644.34	114082.11
12+350,00	299.78	0.00	9534.05	0.00	804260.49	680644.34	123616.15
12+400,00	99.53	0.00	1777.00	298.23	806037.49	680942.57	125094.91
12+450,00	0.44	17.89	7.40	3809.72	806044.89	684752.30	121292.59
12+500,00	0.00	157.59	0.00	2599.81	806044.89	687352.11	118692.78
12+514,81	0.00	194.02	0.00	2047.52	806044.89	689399.63	116645.26
12+525,86	0.00	172.51	0.00	2694.15	806044.89	692093.78	113951.11
12+549,80	0.00	61.86	0.00	12.20	806044.89	692105.97	113938.92
12+550,00	0.00	60.89	0.00	3963.84	806044.89	696069.81	109975.07
12+574,11	0.00	301.43	0.00	7695.70	806044.89	703765.51	102279.37
12+600,00	0.00	293.01	0.00	15019.30	806044.89	718784.81	87260.07
12+650,00	0.00	307.82	0.00	9687.46	806044.89	728472.28	77572.61

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCION (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
12+700,00	0.00	98.93	14.29	839.06	806059.17	729311.33	76747.84
12+716,52	2.59	14.97	15.83	53.09	806075.01	729364.42	76710.58
12+720,78	4.58	10.46	263.20	226.63	806338.21	729591.05	76747.16
12+750,00	14.34	5.34	336.79	2869.25	806675.00	732460.30	74214.70
12+800,00	1.40	139.52	25.14	4161.21	806700.14	736621.51	70078.63
12+850,00	0.01	37.66	0.08	854.25	806700.22	737475.77	69224.45
12+882,24	0.00	16.72	0.00	28.79	806700.22	737504.55	69195.67
12+884,29	0.00	11.36	0.85	221.79	806701.07	737726.34	68974.73
12+900,00	0.16	17.07	1062.25	284.43	807763.33	738010.77	69752.55
12+950,00	60.44	0.00	2156.96	77.17	809920.28	738087.94	71832.34
13+000,00	27.91	4.63	388.25	300.14	810308.54	738388.08	71920.46
13+035,81	0.58	12.81	1.92	48.13	810310.46	738436.21	71874.25
13+041,07	0.17	6.13	0.51	179.35	810310.97	738615.55	71695.41
13+050,00	0.00	38.72	0.00	2068.31	810310.97	740683.86	69627.10
13+100,00	0.00	44.07	94.86	1574.74	810405.82	742258.60	68147.22
13+150,00	5.69	20.42	542.92	502.97	810948.75	742761.57	68187.17
13+200,00	17.04	2.55	61.29	9.22	811010.03	742770.80	68239.24
13+202,96	24.62	3.72	148.64	4.70	811158.67	742775.50	68383.17
13+206,75	51.29	0.00	3623.86	0.00	814782.53	742775.50	72007.03
13+250,00	121.24	0.00	3833.87	0.00	818616.40	742775.50	75840.90
13+300,00	39.55	0.00	659.10	1697.46	819275.51	744472.96	74802.55
13+350,00	0.00	101.85	33.80	3392.20	819309.30	747865.16	71444.15
13+400,00	2.03	38.81	4.25	65.81	819313.55	747930.97	71382.58
13+401,74	2.89	36.97	2.15	28.05	819315.70	747959.01	71356.68
13+402,46	3.30	36.17	52.27	2043.24	819367.96	750002.25	69365.71
13+450,00	0.00	50.17	0.00	3344.13	819367.96	753346.38	66021.58
13+500,00	0.00	85.12	202.80	3467.63	819570.76	756814.01	62756.75
13+550,00	12.17	54.70	10.88	50.73	819581.64	756864.74	62716.90
13+550,91	11.87	57.38	216.59	1475.26	819798.23	758340.01	61458.23
13+580,85	3.96	36.41	87.52	524.14	819885.75	758864.15	61021.60
13+600,00	5.21	19.24	80.31	398.91	819966.06	759263.06	60703.01
13+620,27	2.83	20.12	25.02	451.72	819991.09	759714.77	60276.31
13+639,02	0.36	27.10	1.31	301.37	819992.40	760016.14	59976.26
13+650,00	0.00	27.80	0.00	371.77	819992.40	760387.91	59604.49
13+663,37	0.00	27.80	0.08	1.50	819992.47	760389.41	59603.06
13+663,46	2.57	6.79	93.75	52.23	820086.23	760441.64	59644.58
13+686,06	6.27	0.00	0.57	0.00	820086.79	760441.64	59645.15
13+686,15	6.27	0.00	1.62	0.00	820088.41	760441.64	59646.77
13+686,40	6.27	0.00	8.70	0.00	820097.11	760441.64	59655.46
13+687,81	6.07	0.00	38.48	10.81	820135.59	760452.46	59683.13
13+700,00	0.97	2.66	9.76	26.69	820145.35	760479.15	59666.19
13+710,03	0.97	2.66	36.82	15.77	820182.17	760494.93	59687.24
13+714,20	21.58	4.96	6042.50	59.23	826224.66	760554.16	65670.50
13+750,00	392.74	0.00	2301.70	0.00	828526.36	760554.16	67972.20
13+755,86	392.74	0.00	13079.92	0.00	841606.28	760554.16	81052.12
13+787,35	457.12	0.00	1144.59	0.00	842750.87	760554.16	82196.71
13+789,09	878.27	0.00	10699.93	0.00	853450.80	760554.16	92896.64

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	ÁREA DE LA SECCIÓN (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
13+800,00	1098.74	0.00	14434.68	0.00	867885.48	760554.16	107331.32
13+813,19	1098.74	0.00	1290.42	0.00	869175.90	760554.16	108621.74
13+814,34	1152.73	0.00	33717.06	0.00	902892.96	760554.16	142338.80
13+843,76	1143.33	0.00	5784.95	0.00	908677.91	760554.16	148123.75
13+850,00	725.84	0.00	17192.31	0.00	925870.22	760554.16	165316.06
13+873,69	725.84	0.00	13790.60	0.00	939660.83	760554.16	179106.67
13+900,00	366.03	0.00	4135.52	0.00	943796.35	760554.16	183242.19
13+911,64	366.03	0.00	8331.06	0.00	952127.41	760554.16	191573.25
13+934,90	350.51	0.00	4266.33	0.00	956393.75	760554.16	195839.59
13+950,00	237.04	0.00	1974.46	0.00	958368.21	760554.16	197814.05
13+958,66	237.04	0.00	5918.39	0.00	964286.60	760554.16	203732.44
13+986,13	194.63	0.00	1475.07	0.03	965761.67	760554.20	205207.47
14+000,00	44.05	0.01	651.75	0.12	966413.42	760554.31	205859.10
14+015,37	44.05	0.01	849.29	72.99	967262.70	760627.30	206635.40
14+050,00	9.29	6.10	22.85	15.01	967285.56	760642.31	206643.24
14+052,46	9.29	6.10	226.03	143.05	967511.59	760785.36	206726.22
14+075,55	11.22	6.04	1949.07	49.22	969460.65	760834.59	208626.07
14+100,00	182.63	0.00	13562.49	0.00	983023.15	760834.59	222188.56
14+150,00	370.87	0.00	2250.78	0.00	985273.93	760834.59	224439.34
14+156,07	370.87	0.00	5482.36	0.00	990756.28	760834.59	229921.69
14+171,06	381.41	0.00	10927.35	0.00	1001683.63	760834.59	240849.05
14+200,00	373.73	0.00	15599.23	0.00	1017282.86	760834.59	256448.28
14+241,74	373.73	0.00	2338.91	0.00	1019621.77	760834.59	258787.18
14+250,00	188.66	0.00	1951.50	0.00	1021573.28	760834.59	260738.69
14+260,13	188.66	0.00	5068.27	0.00	1026641.55	760834.59	265806.96
14+288,97	163.15	0.00	1766.67	0.00	1028408.22	760834.59	267573.63
14+300,00	164.43	0.00	1553.66	0.00	1029961.88	760834.59	269127.29
14+309,70	164.43	0.00	1236.56	0.00	1031198.44	760834.59	270363.85
14+317,34	159.44	0.00	5085.10	0.00	1036283.53	760834.59	275448.94
14+350,00	163.91	0.00	183.50	0.00	1036467.03	760834.59	275632.45
14+351,17	163.91	0.00	8968.48	0.00	1045435.52	760834.59	284600.93
14+400,00	204.18	0.00	4859.41	39.23	1050294.92	760873.82	289421.11
14+450,00	21.35	2.35	376.82	41.54	1050671.75	760915.36	289756.39
14+467,65	21.35	2.35	1.47	0.48	1050673.22	760915.84	289757.38
14+467,74	9.03	8.80	97.08	618.90	1050770.30	761534.74	289235.56
14+500,00	0.00	31.99	206.44	802.66	1050976.75	762337.40	288639.35
14+550,00	12.39	4.36	2296.32	72.70	1053273.07	762410.10	290862.97
14+600,00	91.69	0.00	1903.86	209.97	1055176.93	762620.07	292556.85
14+650,00	3.82	12.60	139.33	459.36	1055316.26	763079.43	292236.83
14+686,46	3.82	12.60	124.35	51.58	1055440.61	763131.01	292309.60
14+698,57	19.71	0.00	39.22	0.69	1055479.83	763131.70	292348.13
14+700,00	36.06	1.45	2620.22	24.14	1058100.05	763155.84	294944.21
14+750,00	70.68	0.00	3002.05	0.00	1061102.09	763155.84	297946.25
14+800,00	50.00	0.00	3253.41	0.00	1064355.50	763155.84	301199.66
14+850,00	81.41	0.00	1926.04	465.07	1066281.55	763620.91	302660.64
14+900,00	8.25	27.90	137.45	2296.40	1066419.00	765917.30	300501.69
14+950,00	0.00	66.73	145.56	1918.55	1066564.55	767835.85	298728.70

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
15+000,00	8.73	15.86	2717.23	264.27	1069281.78	768100.13	301181.65
15+050,00	121.70	0.00	1375.90	0.00	1070657.68	768100.13	302557.55
15+061,31	121.70	0.00	3225.80	0.00	1073883.48	768100.13	305783.36
15+088,93	117.00	0.00	1389.56	0.00	1075273.04	768100.13	307172.91
15+100,00	134.35	0.00	1976.44	0.00	1077249.48	768100.13	309149.35
15+114,71	134.35	0.00	4561.76	0.00	1081811.23	768100.13	313711.11
15+150,00	128.46	0.00	1226.09	0.00	1083037.32	768100.13	314937.20
15+159,71	128.46	0.00	4073.21	0.00	1087110.54	768100.13	319010.41
15+191,19	130.29	0.00	1101.31	0.00	1088211.85	768100.13	320111.72
15+200,00	126.01	0.00	2883.52	0.00	1091095.37	768100.13	322995.25
15+223,55	126.01	0.00	3720.94	0.00	1094816.31	768100.13	326716.19
15+250,00	155.91	0.00	6663.90	0.00	1101480.22	768100.13	333380.09
15+292,74	155.91	0.00	270.63	0.00	1101750.85	768100.13	333650.73
15+294,52	158.41	0.00	829.39	0.00	1102580.24	768100.13	334480.12
15+300,00	144.44	0.00	4622.65	0.00	1107202.89	768100.13	339102.77
15+350,00	48.89	0.00	6890.03	0.00	1114092.92	768100.13	345992.80
15+400,00	253.25	0.00	8597.86	0.00	1122690.78	768100.13	354590.65
15+450,00	101.95	0.00	3665.46	0.00	1126356.24	768100.13	358256.12
15+485,96	101.95	0.00	26.42	0.00	1126382.67	768100.13	358282.54
15+486,37	30.42	0.00	405.61	0.00	1126788.27	768100.13	358688.15
15+500,00	29.12	0.00	5968.06	0.00	1132756.33	768100.13	364656.21
15+550,00	244.58	0.00	12242.34	0.00	1144998.68	768100.13	376898.55
15+600,00	245.12	0.00	12579.21	0.00	1157577.89	768100.13	389477.76
15+650,00	258.11	0.00	15356.91	0.00	1172934.80	768100.13	404834.68
15+700,00	358.93	0.00	16762.62	0.00	1189697.42	768100.13	421597.30
15+750,00	312.12	0.00	15802.07	0.00	1205499.49	768100.13	437399.37
15+800,00	319.98	0.00	16722.86	0.00	1222222.35	768100.13	454122.22
15+850,00	349.14	0.00	17176.80	0.00	1239399.14	768100.13	471299.02
15+899,20	349.14	0.00	267.11	0.00	1239666.26	768100.13	471566.13
15+900,00	298.78	0.00	4862.08	0.00	1244528.34	768100.13	476428.22
15+915,84	298.78	0.00	3343.21	0.00	1247871.55	768100.13	479771.42
15+927,58	270.75	0.00	1938.25	0.00	1249809.80	768100.13	481709.67
15+935,62	196.56	0.00	3030.37	0.00	1252840.17	768100.13	484740.05
15+950,00	225.14	0.00	385.33	0.00	1253225.51	768100.13	485125.38
15+951,71	225.14	0.00	5904.71	0.00	1259130.21	768100.13	491030.09
15+976,51	238.14	0.00	1942.14	0.00	1261072.35	768100.13	492972.23
15+986,70	146.57	0.00	1457.38	0.00	1262529.73	768100.13	494429.61
16+000,00	75.00	0.00	378.13	0.00	1262907.87	768100.13	494807.74
16+005,00	75.00	0.00	1345.38	0.00	1264253.25	768100.13	496153.12
16+025,10	59.21	0.00	333.52	9.72	1264586.77	768109.84	496476.93
16+039,33	1.76	2.01	6.26	423.60	1264593.03	768533.44	496059.59
16+050,00	0.00	102.70	0.00	5.71	1264593.03	768539.15	496053.87
16+050,06	0.00	102.70	0.00	2641.69	1264593.03	771180.84	493412.19
16+074,47	0.00	102.79	0.00	439.66	1264593.03	771620.50	492972.52
16+078,48	0.00	116.56	0.00	2549.04	1264593.03	774169.54	490423.48
16+100,00	0.00	109.61	0.00	675.84	1264593.03	774845.38	489747.64
16+105,92	0.00	109.61	0.00	1472.53	1264593.03	776317.91	488275.12

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
16+119,56	0.00	106.34	0.00	1718.84	1264593.03	778036.75	486556.27
16+134,13	0.00	121.52	0.00	1560.23	1264593.03	779596.98	484996.04
16+146,94	0.00	122.06	0.00	403.21	1264593.03	780000.19	484592.83
16+150,00	0.00	132.94	0.00	1390.53	1264593.03	781390.72	483202.30
16+160,13	0.00	132.94	0.00	2160.58	1264593.03	783551.30	481041.73
16+176,45	0.00	131.82	3.73	2728.00	1264596.76	786279.30	478317.45
16+200,00	0.49	90.94	2.53	526.72	1264599.29	786806.02	477793.26
16+205,45	0.49	90.94	4.28	1138.85	1264603.56	787944.87	476658.69
16+218,71	0.18	80.89	0.92	1524.23	1264604.48	789469.10	475135.38
16+234,12	0.00	107.83	0.00	442.03	1264604.48	789911.13	474693.35
16+237,79	0.00	133.37	0.00	1694.89	1264604.48	791606.02	472998.46
16+250,00	0.00	134.87	0.00	3368.92	1264604.48	794974.94	469629.54
16+274,22	0.00	134.87	0.00	1094.42	1264604.48	796069.36	468535.11
16+284,69	0.00	76.83	0.00	88.72	1264604.48	796158.09	468446.39
16+286,00	0.00	57.25	0.00	596.85	1264604.48	796754.94	467849.54
16+300,00	0.00	29.55	0.00	132.19	1264604.48	796887.13	467717.35
16+304,47	0.00	29.55	0.37	449.70	1264604.84	797336.83	467268.02
16+324,11	0.05	17.16	69.55	147.88	1264674.39	797484.71	467189.69
16+335,26	17.67	9.71	383.84	65.93	1265058.23	797550.64	467507.59
16+350,00	33.50	1.06	400.49	11.77	1265458.73	797562.41	467896.31
16+361,58	33.50	1.06	2618.79	155.98	1268077.52	797718.40	470359.12
16+400,00	110.23	8.18	5809.07	136.38	1273886.58	797854.78	476031.81
16+450,00	122.23	0.00	4893.77	0.00	1278780.35	797854.78	480925.58
16+500,00	75.39	0.00	1775.01	0.00	1280555.36	797854.78	482700.59
16+523,54	75.39	0.00	639.32	71.61	1281194.68	797926.38	483268.29
16+537,98	22.00	14.59	153.46	174.31	1281348.14	798100.70	483247.44
16+546,89	12.84	24.98	38.92	85.22	1281387.05	798185.92	483201.14
16+550,00	13.38	27.81	94.39	213.55	1281481.44	798399.47	483081.97
16+557,39	13.38	27.81	169.76	305.41	1281651.20	798704.88	482946.33
16+569,18	15.43	24.03	125.53	129.67	1281776.74	798834.55	482942.19
16+575,79	21.14	17.08	272.59	212.58	1282049.33	799047.12	483002.20
16+588,34	22.29	16.79	283.76	167.88	1282333.09	799215.01	483118.08
16+600,00	28.69	11.07	181.23	76.04	1282514.32	799291.04	483223.27
16+606,59	28.69	11.07	736.31	205.35	1283250.63	799496.39	483754.23
16+629,27	36.40	7.18	271.56	135.01	1283522.19	799631.41	483890.78
16+639,25	21.13	19.85	101.70	447.40	1283623.89	800078.81	483545.08
16+650,00	1.54	68.21	34.29	1518.95	1283658.18	801597.76	482060.42
16+672,27	1.54	68.21	5.24	889.79	1283663.42	802487.55	481175.87
16+682,24	0.00	119.31	0.00	2435.77	1283663.42	804923.32	478740.10
16+700,00	0.00	155.72	0.00	180.96	1283663.42	805104.28	478559.14
16+701,16	0.00	155.72	0.00	2286.34	1283663.42	807390.62	476272.80
16+715,28	0.00	157.12	0.00	5048.99	1283663.42	812439.61	471223.81
16+750,00	0.00	134.04	90.85	4300.78	1283754.27	816740.38	467013.89
16+800,00	5.45	45.72	634.85	1392.98	1284389.11	818133.36	466255.75
16+850,00	21.75	13.25	810.63	881.92	1285199.74	819015.28	466184.46
16+900,00	11.25	22.43	60.08	119.83	1285259.83	819135.12	466124.71
16+905,34	11.25	22.43	140.65	433.73	1285400.47	819568.85	465831.62

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
16+921,01	7.64	30.89	117.65	1070.17	1285518.12	820639.02	464879.10
16+945,65	2.40	57.35	3.40	419.68	1285521.52	821058.70	464462.82
16+950,00	0.00	133.14	0.00	1535.81	1285521.52	822594.51	462927.02
16+961,10	0.00	133.14	0.00	5545.91	1285521.52	828140.42	457381.10
17+000,00	0.00	152.20	0.00	91.13	1285521.52	828231.56	457289.97
17+000,60	0.00	152.20	0.00	2221.07	1285521.52	830452.62	455068.90
17+014,61	0.00	152.47	1.46	4617.60	1285522.98	835070.22	450452.76
17+046,92	0.14	133.53	12.61	330.16	1285535.59	835400.38	450135.21
17+050,00	11.56	74.18	168.80	1198.36	1285704.39	836598.74	449105.65
17+065,37	11.56	74.18	338.06	1666.94	1286042.45	838265.68	447776.77
17+088,18	18.33	71.93	156.74	635.95	1286199.19	838901.64	447297.56
17+097,31	17.91	60.88	48.27	163.01	1286247.46	839064.65	447182.81
17+100,00	17.93	60.16	151.80	509.42	1286399.26	839574.07	446825.19
17+108,47	17.93	60.16	224.38	1088.08	1286623.64	840662.15	445961.49
17+123,40	14.04	79.00	84.02	804.46	1286707.65	841466.61	445241.04
17+131,89	6.26	111.39	36.81	2294.87	1286744.46	843761.49	442982.98
17+150,00	0.00	130.92	0.00	689.96	1286744.46	844451.44	442293.02
17+155,05	0.00	130.92	0.00	3928.85	1286744.46	848380.29	438364.17
17+185,29	0.00	128.94	0.00	87.67	1286744.46	848467.97	438276.50
17+186,01	0.00	108.72	0.00	1411.79	1286744.46	849879.76	436864.71
17+200,00	0.00	93.26	0.00	2425.64	1286744.46	852305.40	434439.06
17+226,01	0.00	93.26	0.00	1487.33	1286744.46	853792.73	432951.74
17+241,96	0.00	88.64	11.24	571.54	1286755.70	854364.27	432391.43
17+250,00	4.20	54.93	64.27	841.47	1286819.97	855205.74	431614.22
17+265,32	4.20	54.93	442.76	609.22	1287262.73	855814.96	431447.77
17+280,60	70.22	24.20	1887.04	114.00	1289149.77	855928.96	433220.81
17+294,74	209.16	0.00	1337.46	0.00	1290487.23	855928.96	434558.28
17+300,00	320.00	0.00	3859.89	0.00	1294347.12	855928.96	438418.17
17+312,40	320.00	0.00	4135.57	0.00	1298482.69	855928.96	442553.73
17+323,89	401.35	0.00	11197.89	0.00	1309680.58	855928.96	453751.63
17+349,67	486.94	0.00	189.89	0.00	1309870.47	855928.96	453941.51
17+350,00	659.27	0.00	3716.06	0.00	1313586.53	855928.96	457657.58
17+355,64	659.27	0.00	16238.36	0.00	1329824.90	855928.96	473895.94
17+379,92	694.53	0.00	15613.35	0.00	1345438.25	855928.96	489509.29
17+399,73	885.84	0.00	202.68	0.00	1345640.93	855928.96	489711.97
17+399,94	1036.78	0.00	57.85	0.00	1345698.78	855928.96	489769.83
17+400,00	1038.54	0.00	16149.60	0.00	1361848.38	855928.96	505919.42
17+415,55	1038.54	0.00	21660.73	0.00	1383509.11	855928.96	527580.16
17+435,54	1140.27	0.00	654.60	0.00	1384163.71	855928.96	528234.75
17+436,09	1233.96	0.00	17368.95	0.00	1401532.66	855928.96	545603.70
17+450,00	1267.85	0.00	16798.27	0.00	1418330.92	855928.96	562401.97
17+463,27	1267.85	0.00	3249.25	0.00	1421580.18	855928.96	565651.22
17+465,81	1295.69	0.00	7030.79	0.00	1428610.97	855928.96	572682.01
17+471,26	1287.34	0.00	35449.43	0.00	1464060.40	855928.96	608131.45
17+500,00	1180.36	0.00	50680.92	0.00	1514741.32	855928.96	658812.37
17+550,00	855.57	0.00	31440.23	0.00	1546181.55	855928.96	690252.60
17+600,00	426.66	0.00	13465.26	0.00	1559646.81	855928.96	703717.86

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
17+650,00	138.32	0.00	6148.35	0.00	1565795.17	855928.96	709866.21
17+700,00	108.23	0.00	4650.80	0.00	1570445.97	855928.96	714517.01
17+742,97	108.23	0.00	826.35	0.00	1571272.32	855928.96	715343.36
17+750,00	121.80	0.00	673.70	0.00	1571946.02	855928.96	716017.06
17+755,39	121.80	0.00	93.16	0.00	1572039.18	855928.96	716110.22
17+756,22	103.33	0.00	2489.81	0.00	1574529.00	855928.96	718600.04
17+779,68	100.50	0.00	980.49	91.31	1575509.49	856020.27	719489.22
17+797,36	20.47	15.49	11.94	40.95	1575521.43	856061.21	719460.22
17+798,77	0.56	47.73	0.35	63.09	1575521.78	856124.31	719397.47
17+800,00	0.08	54.77	0.68	476.25	1575522.46	856600.55	718921.91
17+808,70	0.08	54.77	0.81	1987.45	1575523.28	858588.00	716935.27
17+838,94	0.00	80.99	0.00	1895.45	1575523.28	860483.45	715039.83
17+850,00	0.00	281.83	0.00	980.28	1575523.28	861463.73	714059.54
17+853,48	0.00	281.83	0.00	1384.23	1575523.28	862847.96	712675.32
17+858,32	0.00	300.31	0.00	3279.41	1575523.28	866127.37	709395.91
17+868,84	0.00	323.51	0.00	13986.66	1575523.28	880114.02	695409.25
17+900,00	0.00	596.38	0.00	2329.33	1575523.28	882443.35	693079.93
17+903,91	0.00	596.38	0.00	10720.08	1575523.28	893163.43	682359.85
17+921,61	0.00	615.35	0.00	7412.17	1575523.28	900575.60	674947.68
17+933,54	0.00	630.99	0.00	6218.87	1575523.28	906794.47	668728.81
17+943,67	0.00	596.46	0.00	3454.16	1575523.28	910248.63	665274.65
17+950,00	0.00	498.12	0.00	11589.35	1575523.28	921837.98	653685.29
17+973,30	0.00	498.12	0.00	5346.33	1575523.28	927184.31	648338.97
17+986,12	0.00	340.75	0.00	3530.47	1575523.28	930714.78	644808.49
18+000,00	0.00	182.39	0.00	441.75	1575523.28	931156.53	644366.74
18+002,46	0.00	182.39	0.00	2827.22	1575523.28	933983.76	641539.52
18+018,52	0.00	169.74	0.00	1430.65	1575523.28	935414.41	640108.87
18+029,84	0.00	91.21	0.00	332.95	1575523.28	935747.36	639775.91
18+034,24	0.00	60.93	13.12	760.99	1575536.39	936508.35	639028.04
18+050,00	2.44	39.06	50.60	750.68	1575586.99	937259.04	638327.96
18+069,79	2.44	39.06	97.18	393.31	1576584.17	937652.35	638931.83
18+100,00	82.42	0.00	7064.09	0.00	1583648.27	937652.35	645995.92
18+150,00	209.90	0.00	11774.20	0.00	1595422.47	937652.35	657770.12
18+200,00	262.03	0.00	11351.82	0.00	1606774.29	937652.35	669121.94
18+250,00	193.76	0.00	6851.47	0.00	1613625.75	937652.35	675973.40
18+285,36	193.76	0.00	2281.06	0.00	1615906.81	937652.35	678254.46
18+297,46	193.59	0.00	488.52	0.00	1616395.34	937652.35	678742.99
18+300,00	190.52	0.00	4569.40	0.00	1620964.73	937652.35	683312.39
18+323,98	190.52	0.00	1958.86	0.00	1622923.59	937652.35	685271.24
18+335,44	159.28	0.00	1867.85	0.00	1624791.44	937652.35	687139.10
18+350,00	99.56	0.00	2239.60	0.00	1627031.05	937652.35	689378.70
18+372,49	99.56	0.00	1061.18	14.15	1628092.23	937666.50	690425.73
18+389,28	36.17	2.48	69.86	39.96	1628162.08	937706.45	690455.63
18+392,40	11.00	27.63	56.15	279.86	1628218.24	937986.31	690231.92
18+400,00	4.90	43.99	87.43	854.12	1628305.66	938840.43	689465.23
18+418,73	4.90	43.99	41.75	664.23	1628347.42	939504.66	688842.76
18+431,67	1.80	59.02	3.40	128.69	1628350.82	939633.35	688717.47

ALINEAMIENTO: Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCIÓN (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
18+433,72	1.68	62.34	110.24	716.44	1628461.06	940349.79	688111.27
18+450,00	13.82	27.96	201.54	407.81	1628662.60	940757.60	687905.01
18+464,58	13.82	27.96	242.09	237.23	1628904.69	940994.82	687909.87
18+476,53	29.55	11.41	1706.14	89.25	1630610.83	941084.08	689526.75
18+500,00	127.22	0.00	10272.84	0.00	1640883.67	941084.08	699799.59
18+550,00	295.32	0.00	16745.74	0.00	1657629.40	941084.08	716545.33
18+600,00	376.14	0.00	16304.02	0.00	1673933.42	941084.08	732849.34
18+650,00	278.47	0.00	6425.31	0.00	1680358.73	941084.08	739274.65
18+673,07	278.47	0.00	572.38	0.00	1680931.10	941084.08	739847.03
18+675,57	198.43	0.00	3504.27	0.00	1684435.37	941084.08	743351.30
18+700,00	94.76	0.00	581.40	0.00	1685016.77	941084.08	743932.69
18+706,14	94.76	0.00	1817.66	0.00	1686834.43	941084.08	745750.36
18+727,00	74.52	0.00	855.74	108.51	1687690.17	941192.59	746497.58
18+748,56	13.19	15.10	6.46	73.77	1687696.63	941266.36	746430.28
18+750,00	0.00	104.34	0.00	608.91	1687696.63	941875.27	745821.37
18+756,02	0.00	104.34	0.00	3829.30	1687696.63	945704.57	741992.06
18+787,18	0.00	142.43	0.00	2879.88	1687696.63	948584.45	739112.18
18+800,00	0.00	334.74	0.00	6456.19	1687696.63	955040.65	732655.98
18+819,85	0.00	334.74	0.00	2039.48	1687696.63	957080.13	730616.51
18+825,33	0.00	411.30	0.00	8548.54	1687696.63	965628.67	722067.96
18+846,46	0.00	418.46	0.00	1443.46	1687696.63	967072.13	720624.51
18+850,00	0.00	396.62	0.00	5977.97	1687696.63	973050.10	714646.54
18+865,07	0.00	396.62	0.00	8738.00	1687696.63	981788.09	705908.54
18+888,77	0.00	357.52	0.00	1686.70	1687696.63	983474.79	704221.85
18+894,16	0.00	270.40	0.00	1407.95	1687696.63	984882.73	702813.90
18+900,00	0.00	227.05	0.00	8726.04	1687696.63	993608.77	694087.86
18+939,69	0.00	227.05	0.01	1504.11	1687696.64	995112.88	692583.76
18+948,36	0.00	124.87	0.50	197.79	1687697.14	995310.67	692386.47
18+950,00	0.92	107.17	9.62	1225.92	1687706.76	996536.59	691170.16
18+960,96	0.92	107.17	689.19	2721.47	1688395.94	999258.06	689137.88
19+000,00	45.56	38.09	30.04	25.11	1688425.98	999283.17	689142.81
19+000,66	45.56	38.09	329.82	244.76	1688755.80	999527.93	689227.87
19+007,56	45.82	37.44	1593.05	2067.75	1690348.85	1001595.68	688753.17
19+050,00	29.83	60.96	497.16	5465.70	1690846.02	1007061.38	683784.64
19+100,00	0.00	166.30	0.00	2673.48	1690846.02	1009734.86	681111.16
19+116,08	0.00	166.30	0.00	19.62	1690846.02	1009754.48	681091.54
19+116,21	0.00	122.81	154.95	2286.74	1691000.96	1012041.22	678959.74
19+150,00	13.76	24.90	1570.70	414.99	1692571.67	1012456.21	680115.46
19+200,00	53.39	0.00	1299.56	0.00	1693871.22	1012456.21	681415.01
19+224,34	53.39	0.00	1204.66	0.00	1695075.89	1012456.21	682619.68
19+244,83	62.91	0.00	290.13	0.00	1695366.02	1012456.21	682909.81
19+250,00	49.56	0.00	1346.74	164.72	1696712.76	1012620.93	684091.83
19+300,00	9.52	9.88	341.05	354.07	1697053.81	1012975.01	684078.80
19+335,82	9.52	9.88	42.04	105.51	1697095.84	1013080.51	684015.33
19+345,30	0.69	13.05	1.08	89.77	1697096.92	1013170.28	683926.64
19+350,00	0.00	25.86	0.00	3158.46	1697096.92	1016328.74	680768.18
19+400,00	0.00	110.26	0.00	3051.13	1697096.92	1019379.87	677717.06

**ALINEAMIENTO:** Ramal SAN ISIDRO \_ IZQUIERDO

ESTACIÓN	AREA DE LA SECCION (m <sup>2</sup> )		VOLUMEN DE LA SECCION (m <sup>3</sup> )		VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		BALANCE DE MASA
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
19+427,67	0.00	110.26	0.00	2096.24	1697096.92	1021476.10	675620.82
19+439,62	0.00	241.74	0.00	3340.57	1697096.92	1024816.68	672280.24
19+450,00	0.00	409.48	0.00	10149.47	1697096.92	1034966.15	662130.77
19+474,79	0.00	409.48	0.00	12540.44	1697096.92	1047506.59	649590.33
19+499,37	0.00	603.07	0.00	435.26	1697096.92	1047941.85	649155.07
19+500,00	0.00	780.71	0.00	14037.63	1697096.92	1061979.48	635117.44
19+517,98	0.00	780.71	0.00	20195.33	1697096.92	1082174.82	614922.11
19+542,64	0.00	846.14	0.00	1078.08	1697096.92	1083252.89	613844.03
19+543,78	0.00	1042.65	0.00	6793.59	1697096.92	1090046.48	607050.44
19+550,00	0.00	1103.57	0.00	23244.82	1697096.92	1113291.30	583805.62
19+570,64	0.00	1103.57	0.00	678.46	1697096.92	1113969.76	583127.16
19+571,24	0.00	1150.30	0.00	33170.60	1697096.92	1147140.35	549956.57
19+599,51	0.00	1149.21	0.00	495.95	1697096.92	1147636.31	549460.62
19+600,00	0.00	891.01	0.00	470.11	1697096.92	1148106.42	548990.50
19+600,53	0.00	891.01	0.00	33030.78	1697096.92	1181137.20	515959.72
19+637,30	0.00	886.81	0.00	8990.41	1697096.92	1190127.61	506969.31
19+650,00	0.00	542.53	0.00	7989.21	1697096.92	1198116.82	498980.10
19+664,73	0.00	542.53	0.00	5349.61	1697096.92	1203466.43	493630.49
19+675,72	0.00	428.30	0.00	6729.53	1697096.92	1210195.96	486900.96
19+700,00	0.00	149.85	0.00	5170.18	1697096.92	1215366.14	481730.78
19+734,50	0.00	149.85	0.00	1635.32	1697096.92	1217001.46	480095.46
19+747,02	0.00	108.25	0.00	259.00	1697096.92	1217260.46	479836.46
19+750,00	0.00	67.39	94.00	1460.32	1697190.92	1218720.78	478470.13
19+800,00	5.64	3.94	961.05	65.64	1698151.97	1218786.42	479365.55
19+850,00	37.48	0.00	1520.56	0.00	1699672.53	1218786.42	480886.11
19+900,00	23.85	0.00	743.71	0.00	<b>1700416.23</b>	<b>1218786.42</b>	<b>481629.81</b>
<b>19+931,18</b>	<b>23.85</b>	<b>0.00</b>					