



Trabajo de Diploma

En opción al título de Ingeniero de Minas

IMPACTO VISUAL GENERADO POR LA MINERIA EN
LA CANTERA CERRO CALERA BARIAY.

Autor: José Adrián Reyes Quintero

Tutor: Dr. C. Yordanys Esteban Batista Legrá

Curso

Moa, 2017-2018

“Año 60 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo: José Adrián Reyes Quintero, autor de este trabajo de diploma, que tiene como título: **“Impacto visual generado por la minería en la cantera Cerro Calera Bariay”** y el tutor, Dr.C Yordanys Esteban Batista Legrá, declaramos la propiedad intelectual de este al servicio del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

Para que así conste, firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2018.

Firma del autor

Dr.C Yordanys Esteban Batista Legrá

Firma del tutor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma primeramente a Dios por haberme permitido cumplir una meta más en mi vida, a mis padres Adán Reyes García y Diana Quintero Toirac, que sin su apoyo no habría logrado llegar al final de este largo camino, a mi mujer Naila Durán Suárez que estuvo presente cuando más necesite aliento y sobre todo a mi razón de ser, mi hija Angelina L Reyes Durán que por ella es que vivo.

A mi hermano:

Carlos Enrique Reyes Quintero.

A mis amigos y compañeros.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mis padres por darme todo su apoyo y confiar en que este sueño se haría realidad.

Agradecer a mi tutor el Dr. C Yordanis Esteban Batista Legrá por su ayuda incondicional en este trabajo.

A todos los profesores del ISMMM, en especial a los del departamento de Minería por sus consejos y apoyo durante toda mi vida universitaria.

A mi amigo Reynel Méndez Aranda y a mi primo Leonardo Emilio Correa Quintero, así como al grupo de compañeros del aula que siempre nos apoyábamos en todo.

A mi tía Marilín Reyes Gracia y mi primo Aliet Lamorú Reyes, por su apoyo en los momentos difíciles durante estos cinco años.

A mis abuelas y a mi abuelo Adán que me mira desde el cielo.

PENSAMIENTO

“Justo así como un viejo árbol conserva todos los registros de su crecimiento y su vida, La Tierra retiene memorias de su pasado... Un registro inscrito tanto en sus profundidades como en la superficie, en las rocas y en los paisajes, un registro que puede ser leído y traducido”.

Declaración de los Derechos de la Tierra

Resumen

En este trabajo de diploma se evalúa el impacto visual provocado por la minería en la cantera Cerro Calera Bariay. El método indirecto del Bureau of Land Management, implementado a través de herramientas informáticas (Surfer 8.0, Digger 3.02, Gemcom 4.11, Autocad Civil 3d, Geosig), permitieron determinar las unidades de paisaje visual y las principales cuencas visuales, según el criterio de selección utilizado. Se realizó también un análisis de la topografía, el color, la textura y la luminosidad de la cuenca visual. Los puntos de observación fueron seleccionados por sus características topográficas o por ubicarse en las zonas pobladas. Este estudio es un instrumento de dinamización y de mejora en la calidad del territorio y una herramienta muy útil para orientar los futuros desarrollos urbanísticos y territoriales preservando la identidad de cada lugar y contribuyendo a la funcionalidad de la infraestructura verde del territorio y así identificar aquellos hitos y recursos paisajísticos que dotan de identidad a los municipios, permitiéndoles la mejora de su cohesión social y de su arraigo en el territorio.

Summary

The visual impact provoked by the mining at the stone pit Cerro Calera Bariay is evaluated in this work of diploma. The indirect method of the Bureau of Land Management, implemented through information-technology tools (Surfer 8.0, Digger 3.02, Gemcom 4.11, Civil Autocad 3d, Geosig), they allowed determining the units of visual landscape and the principal visual basins, according to the opinion of utilized selection. An analysis of topography, the color, the texture and the luminosity of the visual basin were accomplished also. Observation points were selected by their topographic characteristics or to find your place at the populated zones. This study is an instrument of activation and of improvement in the quality of the territory and a very useful tool to guide the future urban and territorial developments preserving the identity out of every place and contributing to the functionality of the unripe infrastructure of the territory and that way identifying those milestones and scenic resources that endow of identity the municipalities, allowing them to the improvement of his social cohesion and of his rooting at the territory.

ÍNDICE

Introducción	10
Capítulo I: Antecedentes y tendencias actuales del impacto visual generado por la minería	12
1.1 Breve descripción de las investigaciones precedentes en la cantera Cerro Calera Bariay	12
1.3 Basamento legal	14
1.4 Normativas ambientales internacionales que integra la evaluación del paisaje.....	16
1.5 Análisis del estado del arte	16
Capítulo II: Ubicación geográfica y caracterización ingeniero geológica del yacimiento....	22
2.1 Ubicación geográfica y geológica del yacimiento	22
2.2 Economía de la región	23
2.3 Condiciones climáticas.....	24
2.4 Relieve.....	24
2.5 Condiciones Hidrográficas de la región.....	25
2.6 Vías de acceso.....	26
2.7 Flora y fauna.....	27
2.8 Características geológicas de la región	28
2.9 Geología del yacimiento	31
2.10 Tectónica.....	32
2.12 Medio socioeconómico y cultural	33
Capítulo III: Valoración paisajística de la zona de estudio y evaluación del impacto visual	35
3.1 Unidades de Paisaje integrado.....	35
3.2 Calidad Visual de la zona estudiada.....	37
3.3 Fragilidad visual de la zona de estudio	39
3.4 Métodos de evaluación del impacto visual	41
3.5 Determinación de la cuenca visual	43
3.6 Determinación de la cuenca visual del Yacimiento Punta Gorda	54
3.7 Análisis del color	56
3.8 Análisis de la iluminación.....	62
3.9 Análisis de la textura	64
3.10 Análisis de la topografía	64

3.11 Medidas a tener en cuenta para preservar la calidad visual del paisaje en la cantera Cerro Calera Bariay	65
Conclusiones.....	73
Recomendaciones.....	74
Bibliografía.....	75
Anexos	78

Introducción

En la legislación cubana actual existen dos leyes, la Ley de Minas y la Ley de Medio Ambiente, que en su conjunto promueven los usos racionales de los recursos naturales y la protección del medio ambiente cubano. Las limitaciones jurídicas en materia medioambiental, consideran que es de suma importancia los estudios de impacto ambiental (EslA) en los proyectos mineros, los cuales tienen en el impacto visual su principal déficit, en Cuba no se han logrado avances significativos respecto al cuidado del paisaje, lo que constituye la situación problemática del trabajo de diploma.

Actualmente el paisaje se considera como un recurso natural más y como parte del patrimonio cultural debido a la escasez del mismo. La sociedad hoy en día tiene un sentimiento de repudio hacia la actividad minera esto se debe a un aumento de los conocimientos ecologistas y a la necesidad de proteger el medio ambiente.

Cuando se habla de explotación minera a cielo abierto es de fácil reconocimiento que uno de los factores que se ven en serias afectaciones es el paisaje ya que en él se evidencia la pérdida de la vegetación así como cambios morfológicos. Durante mucho tiempo se ha realizado la extracción de los recursos minerales de la forma más rentable, olvidando a su vez los daños ambientales provocados por dicha explotación, pero en la actualidad amparada por la Ley de Minas y por la Ley de Medio Ambiente los proyectos mineros deben de contener las tareas de rehabilitación (Bastola, 2010).

En el municipio de Rafael Freire en la provincia de Holguín se encuentra la cantera Cerro Calera Bariay, ubicada muy cerca del polo turístico del Ramón de Antillas, la misma se encuentra dentro de la bitácora de navegación del Almirante Cristóbal Colón, es por ello que esta zona tiene un gran valor histórico-cultural. La preservación del paisaje en la tierra más bella que ojos humanos han visto según el Almirante constituye una prioridad. Mediante este trabajo de diploma se evaluará el impacto visual provocado por la actividad minera.

Problema

La necesidad de realizar una evaluación del impacto visual sobre el paisaje natural, generado por la minería en la cantera Cerro Calera Bariay.

Objeto

Evaluación del impacto visual en canteras de áridos.

Objetivo general

Evaluar de forma cuantitativa y cualitativa el impacto visual sobre el paisaje natural de la cantera Cerro Calera Bariay.

Campo de acción

El paisaje de la cantera Cerro Calera Bariay.

Hipótesis

Si se realiza la caracterización del yacimiento desde el punto de vista paisajístico, se identifican los principales puntos de observación y se aplican las herramientas informáticas como elemento de cálculo para evaluar, identificar y predecir, entonces se puede evaluar el impacto visual sobre el paisaje natural en la cantera Cerro Calera Bariay.

Objetivos específicos

1. Analizar las metodologías actuales relacionadas con el tema.
2. Caracterizar el yacimiento (objeto de estudio) desde el punto de vista paisajístico.
3. Identificar los principales puntos de observación.
4. Aplicar las herramientas informáticas como elemento de cálculo para identificar, predecir y evaluar el impacto visual.

Capítulo I: Antecedentes y tendencias actuales del impacto visual generado por la minería

1.1 Breve descripción de las investigaciones precedentes en la cantera Cerro Calera Bariay

Las rocas calizas de la región Bariay se comienzan a explotar en el año 1970 por la Empresa de Materiales de Construcción de Holguín por un periodo de 15 años hasta su paralización. Según el esquema político-administrativo actual, el área de los trabajos se ubica dentro de los límites territoriales del municipio Rafael Freyre, perteneciente a la provincia Holguín y se localiza en la plancheta 5079 – III Santa Lucia (anexo 1) y 5078 – IV Tacajó a escala 1: 50 000.

En el año 1984 el Dr. Antonio Núñez Jiménez realiza un recorrido por el área objeto de estudio identificando el Cerro de Bariay como una de las vistas descritas por Cristóbal Colon en su bitácora de navegación y solicita que se detenga la extracción de áridos debido al valor histórico-cultural de esta zona (Dos Santos, 2016).

Los trabajos realizados con anterioridad en el yacimiento no constan en ningún documento oficial, tampoco existe un informe geológico de la etapa de explotación; aunque si se conoce por entrevistas realizadas que se explotaba con el objetivo de extraer la caliza como materia prima para la construcción y la industria azucarera (Dos Santos, 2016).

1.2 Tendencias actuales del paisaje en el área de estudio

Actualmente el municipio holguinero Rafael Freyre es reconocido por el promisorio despliegue turístico en la región, cientos de turistas llegan cada año durante sus estancias vacacionales para visitar y disfrutar de las maravillas del paisaje de la zona, lo que constituye el principal sostén económico de la región. Bariay es reconocido por el navegante Cristóbal Colon pues por este litoral fue donde desembarcó siendo conquistado por un paisaje con una exuberante vegetación que en estos tiempos ha sido conservada por la naturaleza.

La Silla de Gibara (anexo 2) se levanta para embellecer el paisaje, con sus atributos de abruptas laderas cortadas a pico, oquedades, cimas, farallones, lapiés, dolinas, diaclasas, canales, desplomes... “cuanto capricho es dado a las

rocas, desafiándose entre sí en el terreno inescrutable de la belleza, con la sola coincidencia en su carácter cónico y en el magnífico grado de conservación que muestran aún los cerros cársicos de Maniabón” (Rojas, 2015).

En esta región el paisaje se caracteriza por abrigar abundantes sistemas cavernarios bastante bien conservados y repletos de fauna subterránea, parte de este medio oculta de un entorno que a la luz del sol exhibe la vitalidad de estar habitado por 384 especies de plantas y 214 de animalillos diversos, sin duda, otro de sus especiales encantos.

Buena parte de esta maravilla que clasifica como elemento natural destacado se ubica dentro de las fronteras del municipio de Rafael Freyre, en el norte holguinero, donde ocupa 592,41 ha de terreno, administradas por la Unidad Económica de Base (Silvícola) de la Empresa Forestal Holguín (Rojas, 2015)

En las primeras referencias de la historia de Cuba anotadas por el Gran Almirante de la Mar Océana Cristóbal Colón, aparecen algunos de sus más relevantes representantes como Las Tetas, La Mezquita o la Silla de Gibara (anexo 3), puntos de obligada referencia geográfica, por citar brevemente. Un paisaje que evidentemente subyugó al navegante, el cual escribió en su bitácora: ¡la tierra más hermosa que ojos humanos vieran! (Rojas, 2015).

Atenidos a la histórica semblanza que dejó el Almirante Cristóbal Colón al describir la zona, vista desde la cercana costa, allí radica también una acogedora y bella Base de Campismo popular bien llamada "La silla de Gibara" por localizarse precisamente en las faldas de la conocida elevación descrita por el marino genovés. De su calidad integral dan fe los miles de visitantes que la colman durante casi todo el año.

La explotación del sistema turístico en el municipio es la principal fuente de economía en el mismo, desde el emblemático hotel Playa Pesquero (Anexos 4 y 5), hasta todos los demás, construidos en el entorno natural playero, sin atentar contra la exuberante floresta local. Allí radica la mayor parte de las cerca de cinco mil habitaciones hoteleras que ofrece actualmente la industria turística de la provincia de Holguín. Como complemento, también se levanta la Marina

Internacional Vita (anexo 6), cercana al puerto del mismo nombre (Fombellida, 2012).

1.3 Basamento legal

A partir de 1940 y 1976 se establece dentro de la Constitución de la República un estatuto destinado al resguardo del medio ambiente, ley que fue modificada en agosto de 1992 luego de la cumbre de Rio de Janeiro señalada en el artículo No 27 el que refiere que “El estado protege el Medio Ambiente y los recursos naturales del país”. Para la realización de este trabajo de diploma se revisaron los documentos legales siguientes:

- ✓ Ley 76 de Minas.
- ✓ Normas cubanas.
- ✓ Ley 81 del CITMA.

1.3.1 Ley 76 de Minas

La Ley 76 de Minas de Enero de 1995 establece en sus artículos 40 y 42 que todos los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios de impactos y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera en los términos que establece la legislación.

En el artículo 57 señala que los concesionarios pueden perder esta condición si no cumplen con el programa de ejecución de las medidas de mitigación y en el 64 y 65 señala la obligación de restaurar con el cierre de la mina.

1.3.2 Normas cubanas

Según la Norma Cubana 93-06-101 (1987), los paisajes son sistemas territoriales compuestos de elementos naturales y complejos de diferente rango taxonómico, formados bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad modificadora de la sociedad humana, que se encuentran en permanente interacción y se desarrollan históricamente. Cada geocomplejo se analiza como un sistema de recursos, un medio de vida y de actividad del hombre, un sistema que conserva fondo genético, un laboratorio natural y como fuente de sentimientos estéticos.

NC 93-05-202 1988. Sistema de normas para la protección del medio ambiente. Bosques y áreas colindantes. Medidas de prevención contra incendios forestales antes del período crítico.

NC 66 2000. Calidad del suelo. Suelos forestales. Clasificación y utilización.

NC 23.1999. Franjas forestales de las zonas de protección a embalses y cauces fluviales. (Obligatoria).

1.3.3 Ley 81 de CITMA

En el capítulo seis relacionado con la flora y fauna silvestre en el Artículo 115 se habla de establecer normas que regulen el manejo, aprovechamiento, traslado y comercialización de especies de la flora y fauna silvestre y de sus productos primarios; proponer y ejercer, según corresponda, el control de las normas relativas a la protección de la flora y fauna silvestre, así como de los sistemas de promoción e incentivos a esas actividades; establecer regulaciones para la gestión en los ecosistemas y localidades donde transitan, se refugian o reproducen las especies migratorias marítimas o terrestres.

.En el capítulo ocho relacionado con los recursos minerales en su Artículo 119 se dice que la actividad minera estará sujeta al proceso de evaluación de impacto ambiental, por lo que el concesionario solicitará la licencia ambiental para ejecutar la fase de investigación geológica y estará obligado a solicitar la licencia ambiental y a elaborar el estudio de impacto ambiental, cuando corresponda, en las fases de explotación y procesamiento; la actividad minera deberá causar la menor alteración posible, sea de manera directa o indirecta, al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las aguas terrestres y marítimas, la capa vegetal, la flora y la fauna silvestre, el paisaje y al medio ambiente en general. Se aborda sobre el uso sostenible de los recursos paisajísticos en sus artículos 134, 135, 136 y 137 se dice que: los recursos paisajísticos serán objeto de medidas preventivas y correctivas a los fines de su protección. Las medidas preventivas para la protección de los recursos paisajísticos están dirigidas a garantizar que las acciones respecto a ellos se desarrollen estén en armonía con el conjunto que se quiere proteger.

Las medidas correctivas estarán destinadas a remediar los daños causados a los paisajes y en la medida de lo posible, a recuperarlos o rehabilitarlos y se aplicarán de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria. Corresponde al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con el Ministerio del Turismo, el Ministerio de Economía y Planificación y demás órganos y organismos competentes, establecer o proponer según corresponda, las disposiciones que se requieran para la protección y uso racional de los recursos del país.

1.4 Normativas ambientales internacionales que integra la evaluación del paisaje

Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de efectos de determinados planes y efectos en el medio ambiente.

Real Decreto Legislativo 1/2008, del 11 de enero, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos.

Ley 2/1980, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.

Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat valenciana, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo, de impacto ambiental.

Orden de 3 de enero de 2005, de la Conselleria del territorio y vivienda por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta Conselleria.

1.5 Análisis del estado del arte

En relación al concepto de paisaje o geocomplejo, la literatura nacional e internacional coincide en aceptar que constituyen sistemas territoriales relativamente homogéneos, formados por componentes naturales bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad antrópica (Bastola, 2010).

Resulta evidente la ventaja de unificar los conceptos de ecosistema y paisaje, para el análisis ecológico de la envoltura geográfica en el enfoque ecólogo-paisajístico o geocológico; enunciado hace más de 60 años por el geógrafo alemán Carl Troll y consolidado a partir de 1960 (Bastola, 2010).

Los principios del análisis geoecológico se basan en considerar las unidades de paisajes como ecosistemas (Bastola, 2010). De acuerdo con este enfoque, se asumen los contornos de los paisajes como eco tonos, o sea, como zonas de transición entre sistemas ecológicos adyacentes, y por lo tanto, como límites relativos para los procesos esenciales vitales que ocurren al interior de los paisajes o Complejos Territoriales Naturales (CTN).

Por otra parte, relacionado a la integración paisajística de las labores mineras se verificó los trabajos de:

González y César, (1997). Posibilidad de rehabilitación paisajística de zonas mineras en la zona atlántica. Asociación Española de Ingeniería del Paisaje. Libro de ponencias del segundo congreso nacional de ingeniería del paisaje. Aquí se plantea que si no existe la posibilidad de recuperar un terreno cualquier terreno siempre existe la posibilidad de reutilizarlo para actividades utilizables para la comunidad.

Aguilo, (1981). Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de caminos. Universidad Politécnica de Madrid. El mismo considera que es el grado de deterioro ante diferentes cambios en sus propiedades, por lo que es la forma que tiene el paisaje de demostrar su vulnerabilidad.

Vitoria y Vicente, (2000): considera el paisaje desde dos enfoques principales, primeramente el paisaje total, identificándolo con el conjunto del medio y síntesis de las interrelaciones de los elementos inertes y los vivos y otro considerando el paisaje visual como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. Realiza una valoración directa subjetiva a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor en una escala de rango. Utiliza una escala universal de valores absolutos, tomando en cuenta la cercanía de los núcleos urbanos, vías de comunicación, tráfico y accesibilidad a los puntos de observación.

Del Álamo y Luis, (1995): define el impacto visual como la atención que despierta una vista en el observador, el cambio de interés por un determinado paisaje. Propone una metodología de trabajo basada en procedimientos objetivos.

Instituto Tecnológico Geominero de España (1989): sugiere un enfoque hacia la integración paisajística de los terrenos afectados por la minería. Tras una breve introducción al estudio del paisaje, se aportan una serie de pautas y directrices encaminadas a reducir el impacto visual de las explotaciones a cielo abierto, aplicando criterios de diseño más racionales que posibilitan la recuperación de los terrenos a un menor coste.

Rollan y Nieves, (1999): aborda la problemática de la reconversión de Río Tinto tras la degradación producida por las labores mineras a lo largo de la historia. Realiza un amplio estudio de las unidades paisajísticas y en qué medida éstas pueden ser mejoradas. Describe diferentes modelos de desarrollo, integrando variables funcionales y formales que determinan las directrices necesarias para llevar a cabo una posible reconversión.

Pedrerros, (2004): realiza la determinación de las Unidades de Paisaje y su valoración. En otros trabajos se determinan la cuenca visual mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Antuña y Faustino, (2004): elabora una categoría de los diferentes espacios y paisajes mineros, hace una contribución al análisis y conocimiento geográfico de las áreas industriales, mostrando cómo los espacios mineros, aún teniendo características comunes son muy diferentes entre sí.

Xiomara, (2004): brinda un resumen de los posibles usos en la recuperación de terrenos afectados por la minería. Plantea la necesidad de tener en cuenta las características de las afectaciones, los entornos sociales y paisajísticos y las condiciones técnicas y económicas de las empresas productoras, para seleccionar la opción de uso adecuada.

Orland y Radja, 1996 desarrollaron en la Universidad de Illinois un programa informático denominado "Beauty", apoyándose en estudios de Daniel y Vining (1983) y basándose en diferentes parámetros que definen la complejidad escénica, determinan a priori la preferencia estética de un paisaje.

Gutiérrez y Mazadiego, 1996 en la Universidad Politécnica de Madrid han creado un programa informático para determinar la alteración e impacto visual que la minería de superficie puede originar en el paisaje.

Jatib, Ulloa, Almaguer y Rosario, (2013) en el trabajo referido a la evaluación ambiental asociada a los yacimientos de materiales de la construcción realizada en la cantera de Inagua en Guantánamo, se dice que los cambios producidos en el paisaje se ven asociados a la alteración y disminución de sus componentes naturales en las aéreas de explotación y escombreras. Las mismas se forman depresiones y excavaciones donde ocurren deslizamientos, movimientos de masas y formación de nuevos relieves, alteración del color, rotura de la cuenca visual, focalización de la percepción en la mina en detrimento de otros puntos. Los cambios serán intensos, localizados, permanentes e irreversibles en gran parte. Por lo que para la evaluación del impacto visual se basaron en los aspectos ya antes mencionados.

En la edición científica (Geología de Cuba para todos, 2007). Capítulo 13. La rehabilitación de las áreas minadas. En la tabla 13.1 indica que las modificaciones fisiográficas se van a ver de manera más importante en la etapa de destape esta misma operación afecta de manera directa a las aguas, en el área minera el paisaje se ve afectado por la ubicación de la cantera.

En el manual de Gestión Ambiental Empresarial (Godínez y Córdoba) 2008. Evaluación de impacto ambiental. Existe un estudio en el manglar Bahía de Gibara, dentro del mismo se plantearon algunos criterios de Evaluación de Impactos en las etapas de construcción deforestación, en esta se manifiesta que se altera la estructura y funcionamiento del paisaje debido a la tala de y secado de los árboles.

En el Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales del instituto tecnológico GeoMinero de España serie: Ingeniería GeoAmbiental Capítulo 5 Identificación de alteraciones y la evaluación del impacto ambiental. En la tabla 5.3 Efectos directos e indirectos en la creación de una escombrera, se plantea que en el suelo se produce un cambio de morfología y una ocupación del suelo que a su vez trae como consecuencia alteración en el paisaje pérdida del suelo por erosión, pérdidas de las comunidades vegetales y alteraciones en las comunidades de animales. En el aire existen cambios temporales en la calidad del aire lo que conlleva a alteraciones en la vida silvestre y en la vegetación de áreas

cercanas. En el capítulo 12 Integración paisajística criterios y técnicas, se plantea que las alteraciones del paisaje están dadas por diversas formas, lo más frecuente es que haya una falta de ajuste o un excesivo contraste entre los elementos visuales de la explotación y los del entorno. Otra causa de alteración es que los elementos físicos de la explotación (huecos, escombreras, edificaciones, etc.) se conviertan en factores dominantes en relación a los existentes, especialmente en términos de escala y de posición.

Guía Metodológica (Estudio de paisaje) Generalitat Valenciana aquí para el estudio de paisaje se tienen en cuenta una serie de aspectos de mucha importancia dentro de los cuales se encontró, la evolución del paisaje su organización, los recursos encontrados en ellos y conflictos que puedan generarse, por lo que todo eso conduce a realizar un valoración del paisaje desde el punto de vista de su calidad, es por ello que es necesario realizar propuestas con fines de conservar y preservar diferentes espacios de gran interés ya sea cultural, visual y recreativos, así garantizar la mejora de la calidad del territorio.

Estudio de impacto ambiental y de paisaje (Proyecto Básico de vivienda unifamiliar aislada) España. Este trabajo utiliza las normas de carácter paisajístico establecidas en la comunidad valenciana (España) las cuales le van a permitir realizar encuestas de preferencia basándose en el método de valoración directa a partir de la contemplación de la realidad existente. En el mismo se realiza una integración de la topografía y la vegetación, una visualización y acceso al paisaje si dejar atrás el paisaje urbano. En este estudio se dice que dentro de las alteraciones que sufre el paisaje están, la afectación a la calidad por introducción de elementos discordantes, pérdida de calidad de la calidad paisajística por introducción de elementos extraños, pérdida de naturalidad y antropización del medio.

Una vez analizado cada bibliografía relacionada con los estudios del paisaje, se comprendió que la gran mayoría de los métodos empleados coinciden en los siguientes aspectos:

- ✓ La determinación de la cuenca visual o área visible desde una posición concreta de observación.

- ✓ La calidad paisajística en función de:
- Las características intrínsecas del punto (morfología, vegetación, etc.)
 - El entorno inmediato (formaciones vegetales, litologías, masas de agua, etc.)
 - El fondo escénico (visibilidad, altitud, geomorfología, etc.)
 - La fragilidad del paisaje (función inversa a la capacidad de absorción visual, entendiéndola cómo la capacidad del paisaje de absorber visualmente las alteraciones introducidas en él), en función de:
 - Los factores biofísicos (suelo, estructura, diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.)
 - Factores morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura, etc.)
 - El número de observadores y el tiempo de observación.
 - La distancia a poblaciones y la accesibilidad para los posibles observadores.
 - La presencia de corredores visuales (carreteras, vías de ferrocarril, etc.) potenciada por el tiempo de observación durante su recorrido y la posibilidad de existencia de miradores en los mismos.

Todo esto ayuda a la observación de la alteración y a la importancia del impacto que produce.

Capítulo II: Ubicación geográfica y caracterización ingeniero geológica del yacimiento

2.1 Ubicación geográfica y geológica del yacimiento

Según el esquema político-administrativo actual, el área de los trabajos se ubica dentro de los límites territoriales del municipio Rafael Freyre, perteneciente a la provincia Holguín (figura 2.1) y se localiza en la Plancheta: 5079 – III Santa Lucía y 5078 – IV Tacajó a escala 1: 50 000, está delimitada conforme a las coordenadas planas rectangulares (tabla 2.1):

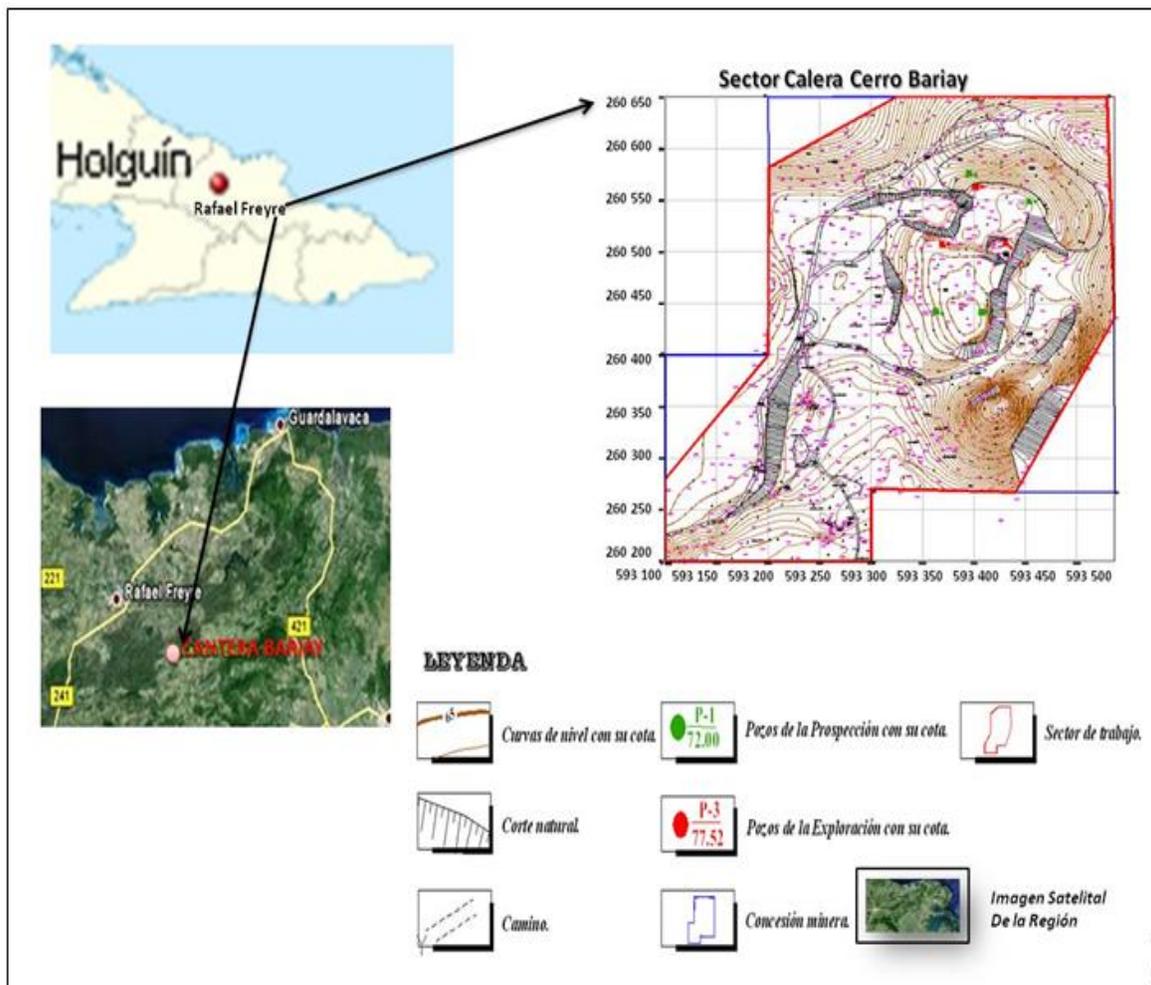


Figura 2.1. Plano de ubicación geográfica de la cantera Cerro Calera Bariay. Tomado de (Dos Santos, 2016).

Tabla 2.1. Coordenadas de los puntos vértices de la concesión minera. Tomado de (Dos Santos, 2016).

Vértices	X (m)	Y (m)
1	593 200	260 650
2	593 530	260 650
3	593 530	260 270
4	593 300	260 270
5	593 300	260 400
6	593 200	260 400
7	593 200	260 650

2.2 Economía de la región

La base económica fundamental de la región es la agricultura de cultivos varios, como legumbres (frijoles, maíz, maní), ajo, viandas, frutas, tabaco (figura 2.2). También la economía de la región se sustenta en la crianza de ganado (ovino, caprino, bovino y porcino).



Figura 2.2.a) Tipo de cultivo del área de estudio; b) Tipo de agricultura del área de estudio.

2.3 Condiciones climáticas

El clima de la región está influenciado por la existencia de grandes llanuras y la Sierra Tinajita al noreste, ésta condición propicia que en la región exista una elevación de la temperatura, con variaciones entre 16°C y 34°C, la temperatura media anual es de 25.5°C; en cuanto a las precipitaciones, son más abundantes en los meses de noviembre hasta abril (Dos Santos, 2016).

2.4 Relieve

El área de las investigaciones, se encuentra enmarcada en el grupo orográfico Alturas de Maniabón, colinda con el mismo por el norte una llanura plano-montañosa que se extiende en dirección al Océano Atlántico donde representa una superficie de abrasión con cotas absolutas mínimas de 5 y 10 m, en la zona litoral.

La porción occidental de las Alturas de Maniabón representa en sí una llanura abrasiva–denudativa de línea divisoria de las aguas que se caracteriza por cotas absolutas entre 90 a 100 m. Presenta algunas colinas extendidas principalmente en dirección sublatitudinal que alcanzan valores entre los 150 y 160 m de altura, estas elevaciones tienen una dirección predominante NE –SW y otras tienen forma de arco convexo hacia el norte (figura 2.3).





Figura 2.3. a) Vista panorámica del relieve de la zona de estudio; b) y c) Relieve de llanura del área de estudio.

2.5 Condiciones Hidrográficas de la región

La red fluvial está formada por los ríos Cameyén y Bariay, los cuales desembocan al norte en el Océano Atlántico (Figura 2.4).



Figura 2.4. Vista del rio Bariay.

2.6 Vías de acceso

El territorio estudiado tiene un área aproximada de 13.6 ha, los principales barrios poblacionales que se encuentran vinculados son Taita Roque a una distancia de 700 m y el poblado de Bariay a nueve kilómetros al noroeste.

Las vías de acceso hasta la zona donde se realizan los trabajos tienen buenas condiciones (figura 2.5), cuenta con un terraplén que nace en el municipio Rafael Freyre, que se utiliza como vía para el transporte de la población hacia los poblados aledaños, este camino se enlaza con la carretera que comunica a la ciudad de Holguín con el tercer polo turístico del país nombrado Guardalavaca; también existe una vía férrea que se utilizan con fines turísticos (Dos Santos, 2016).



Figura 2.5. Vías de acceso al yacimiento.

2.7 Flora y fauna

Actualmente existen en el área de la cantera especies intrapofitas pioneras, intrapofitas recurrentes, hemiagrofitas y un gran número de epecofitos que son muestra palpable de la actividad antrópica y como testigo de la vegetación original solo quedan algunas.

La vegetación de mogotes se desarrolla sobre paredones calizos con una gran representatividad de especies como *Clusia rosea* y otras del género *Ficus*, además está representada la palma real, *Cecropias cheverrima*, *Cupania glabra*, *Dendropan axarborea*. Abundan además, el sotobosque que está poblado por helechos de los géneros *Nephrolepis*, *Hemionite*, *Thelipteris*, *Asplenium*, etc. Abundando el *Rhynchospora Thuidium*, *Barbula*, *Marchantia*, *Sphagnum* y *Polytrichum* entre otros.

Las plantas epifitas están representadas por las bromeliáceas de los géneros *Tillandsia*, *Hoembergia* y *Guzmania*, aparecen también especies de orquídeas del género *Encyclia*.

Hacia el este y en la base del mogote en la parte sur de la cantera se desarrolla un charrascal, formación vegetal característica de la región oriental de Cuba y precisamente en esta zona se encuentra muy bien representada. Esta formación vegetal presenta un elevado endemismo, particularmente los de esta zona se desarrollan, se adaptan a la pobreza de nutrientes y a la escasez de agua (Dos Santos, 2016).

Esta formación vegetal se localiza al oeste de la cantera sobre las márgenes de un arroyo de curso intermitente pero conserva niveles de humedad suficientes como para el desarrollo de una flora rica en especies arbóreas, arbustivas y herbáceas así como lianas leñosas y herbáceas, helechos y musgos.

La fauna característica de la región es higrófila de bosques semicaducifolios a los que eventualmente se le suman elementos de comunidades xerófilas de los charrascales aledaños.

Al irrumpir la minería en esta área se comienzan a adquirir paulatinamente elementos característicos de comunidades de fauna antropogénea, lo cual trajo como resultado la considerable antropización que se observa hoy en día, donde predominan especies tales como: Paloma Rabiche (*Zenaidura macroura*), tojosa

(columbianapasserina), gorrión (*Passer domesticus*), sabanero (*Sturnella magna*), entre otras. Es de significar que se observaron especies provenientes de comunidades aledañas como el negrito (*Melopirrhana*) y la polimita venusta (Dos Santos, 2016).

2.8 Características geológicas de la región

La región pertenece al complejo plegado orogénico de la zona estructuro facial Aura Zaza (figura 2.6), en la que se encuentran las Formaciones (Fm) siguientes:

Formación: Tinajita proviene del Cerro Tinajita, ubicado a unos 12 km al Este-SE del pueblo de Gibara, provincia de Holguín, yace tectónicamente sobre la Fm. Iberia, su límite superior es erosivo, formada por Calizas biodetríticas, calizas biógenas y oolíticas, calizas silicificadas que pueden llegar hasta silicítas y margas; este paquete de rocas tiene forma de Mogotes o Cerros.

Formación Iberia: Miembro La Morena, proviene de la Loma La Morena, a unos seis kilómetros al Sur del pueblo de Gibara, provincia Holguín, sus relaciones superiores e inferiores son tectónicas, con espesor de 30 m, se depositó en aguas profundas a moderadamente profundas, de mar abierto, formada por calizas y margas de color blanco a crema, bien estratificadas que varían de compactas deleznales.

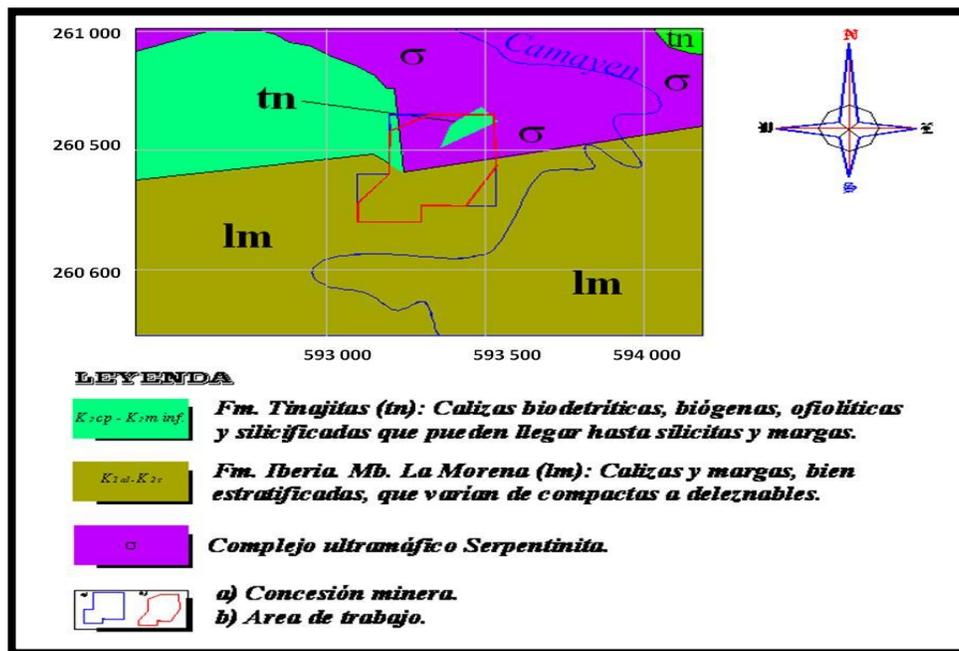


Figura 2.6. Plano geológico de la región. Tomado de (Dos Santos, 2016).

De acuerdo con la clasificación del casco cubano en tipos y subtipos según la estructura y génesis estas elevaciones corresponden al tipo cuatro: casco de montañas, complejas, constituido por secuencias de estratos Vulcano- intrusivo y carbonatado (figura 2.7).



Figura 2.7. Muestra de rocas erosionadas.

Este tipo de elevaciones constituyen un clásico ejemplo de carso cónico en una etapa de evolución más avanzada que la de la Sierra de los Órganos, aquí las fuerzas de erosión y disolución destruyeron casi por completo las rocas volcánicas y ultra básicas quedando como testigos del relieve anterior estos Cerros cónicos de cimas redondeadas y paredes verticales, al alcanzar una altura que oscila entre 200 y 279 m, generalmente estos mogotes se presentan muy abruptos en el flanco Norte y relativamente más suave en el flanco meridional, aunque ambos flancos son de difícil acceso.

Se evidencia la cadena más septentrional de estas calizas con mejor claridad en el transcurso de la carretera Holguín a Guardalavaca en dirección Oeste y se observan en el relieve las elevaciones en forma de montículos como Yabazón, Colorado y Silla de Gibara, al Este de Rafael Freyre se aprecian pequeños montículos extendidos en dirección latitudinal y sublatitudinal, tales como, La Teta de La Reina, La Mezquita de Colón y La Cena de las Doncellas y otros ubicados fuera del área de los trabajos, yaciendo entre las serpentinitas, situado dentro de los límites del campo de desarrollo de las rocas vulcanógeno sedimentarias.

Morfológicamente estas elevaciones corresponden al tipo carso cónico y las mismas se conocen con el nombre de Cerros o Mogotes.

Las rocas más trascendentales y características de la región, son la peridotitas serpentinizadas, o simplemente serpentinitas, que forman las elevaciones alargadas y determinan la estructura orientada de la zona. Cuando se analiza la estructura petrográfica de estas rocas se revela un carácter clástico de la misma, que se asocia con una lineación discordante a la foliación o brechamiento, seleccionado al emplazamiento de estas rocas (Dos Santos, 2016).

Las peridotitas tectónicas serpentinizadas forman franjas principales, además, tienen varias ramificaciones y cuerpo menores acompañantes y también demuestran peculiaridades de texturas textonizadas, relacionadas con su emplazamiento. Así, las peridotitas serpentinizadas macizas generalmente no poseen extensiones considerables, dentro de unas decenas de metros siempre están interrumpidas por zonas de brechamiento o foliación. En menor grado de desarrollo de estos efectos la roca se tritura en bloques mayores, de unas decenas de metros, por los límites de los cuales se encuentran franjas estrechas de serpentinita foliada (Dos Santos, 2016).

Con el aumento del grado de influencia de las fuerzas tectónicas la exfoliación gana terreno y las partes intactas forman bloques alargados de 10 a 15 cm de tamaño, incluidos en serpentinitas foliada, brechas, con foliación ondulada. Las peridotitas tectónicas serpentinizadas frecuentemente encierran bloques tectónicos de diferentes formaciones, los cuales tienen un amplio tamaño de unos decímetros a varios cientos de metros. En las franjas de peridotitas tectónicas, predominan los que representan los niveles medianos y superiores de la asociación ofiolítica.

Los planos tectónicos dentro de las peridotitas serpentinizadas o entre ellas y otras formaciones frecuentemente bruscas, se observan superficies pulidas de deslizamiento en posición subhorizontal. Estos signos indican una dirección aproximada de Sur hacia el Norte para los movimientos de emplazamiento de la asociación ofiolítica, que culminaron con la formación de naipes imbricados.

Forman parte de la constitución geológica de la región peridotitas serpentinizadas y dunitas serpentinizadas, con distintos grados de alteración, fuertemente agrietadas y fracturadas con estructura hipidiomórfica-alotriomórfica reticular y textura masiva (Dos Santos, 2016).

2.9 Geología del yacimiento

Desde el punto de vista geológico el sector Cerro Calera Bariayse encuentra ubicado en la zona del Anticlinorio de Holguín, en el que puede distinguirse un tipo de altura de calizas en el área de las investigaciones, en forma de agrupaciones o conjunto de conos cársicos, con paredes verticales, presentando algunos taludes laterales de mediana inclinación y otros muy abruptos, estos taludes están formados por deposiciones cuaternarias de una potencia variable y se encuentran divididos por profundas cañadas (Dos Santos, 2016).

Los depósitos de esta edad son señalados por vez primera en el área, en el pasado geológico estos sedimentos ocupan espacios externos, en la actualidad están representados por pequeños y numerosos remanentes de abrasión diseminados por toda la superficie y compuestas de caliza de color gris claro, observándose nítidamente estas cadenas rocosas las cuales forman las divisorias de las aguas de las elevaciones.

De acuerdo con los resultados de análisis paleontológico durante el levantamiento Cubano Húngaro, la edad de la capa se acepta como Campaniano–Maestrichtiano aunque algunos autores consideran estas calizas como componentes de la capa vulcanógeno–sedimentaria del cretácico Inferior-medio (Dos Santos, 2016).

Las rocas calizas del yacimiento se presentan en formas masivas, recrystalizadas, simulando bloques gigantescos, alterados, fracturados en los cortes naturales y/o artificiales en toda su extensión, en los flancos y subyaciendo discordantemente hacia el noroeste, se observan las rocas serpentiniticas muy alteradas, agrietadas con óxido e hidróxido de hierro en los planos de grietas y fracturas, estas rocas le sirvieron de caja a la deposición de las calizas durante su formación, se presenta además un gran paquete de margas en su parte lateral al suroeste del sector, formando parte del paquete de calizas, el paquete de rocas tiene forma de mogotes o cerros.

2.10 Tectónica

Según el plano geológico de la región (figura 2.8) se representa una parte de la articulación de dos grandes estructuras geotectónicas actuales de la región del Caribe, que son las del Continente Norte Americano y el Cinturón plegado de las Antillas Mayores siendo el contacto convergente entre las dos estructuras geotectónicas. La placa del continente Norteamericano es de carácter siálico con más de 30 Km de espesor con edad de Paleoceno-Eoceno Medio y el Cinturón plegado de las Antillas Mayores con sus características alpinas, está compuesta por varias unidades geotectónicas de edad Mesozoico-Cenozoica.

Se caracteriza además por la abundancia de roca ultramáficas, máficas y por las rocas vulcanógenas, vulcanógeno-sedimentarias o intrusivas de composición media. Las cuencas postorogénicas superpuestas están rellenas con sedimentos terrígenos carbonatados, mientras que en la cubierta del Neógeno se destaca con predominio la roca carbonatada, se presenta el complejo estructural Auras que es un melange ofiolítico que se compone de bloques de rocas de varias unidades geotectónicas, las cuales ocupan una posición alóctona (Dos Santos, 2016). Estructuralmente la zona de investigación se encuentra enmarcada en el anticlinorio de Holguín donde es característica la estructura de naipes con ventanas tectónicas y olistostromas de menos extensión, con escamas imbricadas y pliegues lineales, observándose las formaciones de la Asociación Ofiolíticas del fondo Oceánico y del arco de Islas volcánicas, en menor grado las formaciones del margen continental, así como serpentinitas, gabros, diabasas, lavas, aglomerados, tobas, tufitas, conglomerados, areniscas y calizas, las últimas son rocas de la formación Iberia, Loma Blanca, Tinajita, Sao Redondo, La Jíquima. Aparecen rocas metamórficas, bloques de ofiolitas metamorizadas y bloques arrancados del talud continental por los movimientos de sobrecojimientos. Estas rocas están caóticamente mezcladas, plegadas y en partes milonitizadas (Dos Santos, 2016).

La formación más joven, constituyente del melange, es la formación Vigía del Eoceno Inferior-Medio, marcando así la edad de la terminación de los procesos tectónicos, que han producido este fenómeno geológico. El inicio de los procesos

se marca por la aparición de los olitostromas de la formación Haticos del Paleoceno Medio-Superior, es decir está relacionado con la fase Iaramídica.

Las rocas estudiadas en el yacimiento objeto de estudio, se presentan en formas masivas, simulando bloques gigantes, alterados, fracturados en los cortes naturales y/o artificiales en toda su extensión, en algunos testigos de perforación presentan vetas de calcita, aparecen surcando transversalmente dichos testigos, estas se formaron rellenando las grietas y fracturas de las roca (figura 2.8).



Figura 2.8. Bloques de rocas sedimentarias fracturados en los cortes naturales.

2.11 Información técnica sobre los trabajos de investigación geológica del yacimiento

Se efectuaron recorridos por toda el área que ocupa la cantera, hasta los límites de la concesión minera. Prácticamente en toda la longitud del frente se observan espesores apreciables de calizas de alrededor de 20 m, teniendo en cuenta que hasta ahora lo planteado por la geología regional y del yacimiento no evidencia fenómenos tectónicos ni complejidades de otra índole (Dos Santos, 2016).

2.12 Medio socioeconómico y cultural

En el municipio alrededor de los años 70 la principal fuente de economía era la producción de azúcar pero lamentablemente los crecientes cambios climáticos el cual es uno de los principales padecimientos de esta región caribeña fueron salinizando las tierras disminuyendo las potencialidades cañeras, un cultivo que necesita de cualidades específicas del suelo. Por esta razón el promisorio despliegue turístico en la región quedaría como principal sostén económico, allí se les explican los procesos azucareros en Cuba, y hasta existe la posibilidad de

recorrer las viejas plantaciones cañeras utilizando algunos de los mismos trenes, que antes trasladaron hasta los molinos del ingenio la dulce materia prima. En el centro histórico de Santa Lucia se fueron situando artísticamente un grupo de las partes y piezas más emblemáticas del viejo ingenio, convirtiendo el entorno en una especie de museo in situ. En la agricultura tenemos como elemento a destacar el sembrado de frijoles, ocupando mayormente los terrenos que en el pasado fueron cañaverales, la producción de frijoles es suficiente como para auto abastecer a los pobladores del todo el municipio, igual las cosechas de tomates y frutas. La carretera que conduce desde Holguín vía Guardalavaca, se adorna antes de llegar a Santa Lucia con la ubicación de caneyes semirústicos donde los campesinos ofrecen los productos que cercanamente cosechan. Es importante destacar que la región es conocida por la recolección y preparación de ostiones, nutritiva ostra muy demandada, sobretodo como parte de los aliños que aderezan un buen trago de ron cubano. Atendidos a la histórica semblanza que dejó el almirante Cristóbal Colón al describir la zona vista desde la cercana costa, allí radica también una acogedora y bella base de campismo popular bien llamada "La silla de Gibara" por localizarse precisamente en las faldas de la conocida elevación descrita por el marino genovés. De su calidad integral dan fe los miles de visitantes que la colman durante casi todo el año, claro que el lado más fuerte de la economía freyrense está en la explotación del sistema turístico radicado en el municipio, desde el emblemático Playa Pesquero, mayor hotel de Cuba, hasta todos los demás, construidos en el entorno natural playero, sin infringir contra la exuberante floresta local. Allí radica la mayor parte de las cerca de cinco mil habitaciones hoteleras que brinda actualmente la industria turística de la provincia de Holguín. Como complemento, también se levanta la Marina Internacional Vita, cercana al puerto del mismo nombre.

Capítulo III: Valoración paisajística de la zona de estudio y evaluación del impacto visual

3.1 Unidades de Paisaje integrado

Las Unidades de Paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debiera ser lo más homogénea posible en relación a su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano, 1991).

Si se entiende la calidad visual como función de un determinado número de parámetros es imprescindible determinar cuáles son esos parámetros, los que pasarán a ser los elementos constitutivos o categorías estéticas que se deberán considerar (MOPTMA, 2004). De este modo, se definirán y delimitarán las UP como una serie de “espacios” cerrados con características propias. En su interior se podrán separar subespacios en base a topografía, vegetación y medio construido. Estos espacios pueden cubrir o no la totalidad del territorio bajo estudio, pero serán representativos y, por lo tanto, extrapolables para estudios posteriores.

La delimitación de las UP es muy importante para la gestión posterior de estos recursos. Las UP pueden ser regulares, irregulares o mixtas (Escribano, 1991). Por las ventajas operativas se sugiere usar UP irregulares, esto es, la unidad de paisaje toma una forma irregular como un ecosistema, no geométrica y de un tamaño condicionado por la escala de trabajo. Respecto a esto último cabe hacer notar que en la valoración del paisaje, a diferencia de otros recursos, lo raro, excepcional, aislado y/o insólito, lejos de ser eliminado por el investigador, puede ser de un peso determinante en la evaluación. Por eso no se puede recomendar a priori una escala de trabajo, con su consiguiente nivel de detalle, aun cuando este mismo nivel de resolución puede ser un indicador del nivel de precisión empleado para estudiar una UP (Bastola, 2010).

3.1.1 Determinación de las Unidades de Paisaje

Las Unidades de Paisaje se establecen en base a los aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje. Para determinar una UP se puede seguir el siguiente procedimiento (Bastola, 2010):

- a) Determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, por ejemplo puede tomarse la vegetación o el relieve.
- b) Cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido.
- c) Agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas.

Se proponen como componentes centrales, la cubierta vegetal y la morfología del terreno. La cubierta vegetal, considera los diferentes tipos de cubierta del suelo. Desde las hierbas ralas a los bosques nativos densos. La morfología del terreno está determinada por la forma, textura y estructuras (Bastola, 2010) de la superficie del área a estudiar. La forma estará definida principalmente por la pendiente; la textura considera los aspectos visuales de la cubierta del terreno y la estructura da cuenta de la mezcla de la forma y texturas.

La selección de componentes centrales depende de los ecosistemas que se pretendan estudiar. Si es un proyecto turístico localizado en la costa, obviamente sería el ecosistema marino. En el otro extremo, un proyecto en la zona montaña hará necesario escoger la cubierta vegetal como componente central. Por supuesto que existen excepciones.

3.1.2 Unidades de paisaje (Cerro Calera Bariay)

Para determinar las UP en el objeto de estudio, se tuvo en cuenta los criterios antes expuestos, tomando en primer lugar la vegetación como componente central y secundariamente la morfología del terreno. Se identificaron cuatro unidades de paisaje dentro de las cuales se encuentra el bosque nativo adulto que es la que más por ciento goza en el área, en el mismo se desarrolla una flora rica en especies de árboles y plantas como los helechos, la segunda unidad de paisaje se concreta por los charrascales que es una formación vegetal muy característica de la zona, esta formación vegetal presenta un elevado endemismo ya se adaptan a la pobreza de nutrientes y a la escasez de agua. La tercera unidad se forma por los ríos por esta zona tenemos presente los ríos Cameyén y Bariay, como última unidad de paisaje están los bloques de rocas fracturados los cuales se presentan en forma masiva. Con el apoyo del software Geosig, Autocad Civil 2014 se

cartografió y se delimitó mediante una imagen satelital las unidades de paisaje (anexo 7) que están presentes en el estudio (tabla 3.1).

Tabla 3.1 Representación porcentual de las Unidades de Paisaje en la cantera Cerro calera Bariay.

No.	Unidades de paisaje	%
1	Bosque nativo adulto	17.81
2	Charrascales	0.79
3	Ríos	0.76
4	Bloques de roca fracturados	6.9

3.2 Calidad Visual de la zona estudiada

Calidad visual como la suma de una serie de parámetros, es preciso determinar cuáles son esos parámetros y su importancia en la caracterización y definición del paisaje.

Para realizar una valoración de la calidad visual del paisaje (tabla 3.2), asumiendo el carácter subjetivo del análisis, debido a los condicionantes y mecanismos sensitivos y perceptivos inherentes al propio observador, se toman en cuenta tres elementos de percepción (Bastola, 2010):

- ✓ Características intrínsecas del punto.
- ✓ Calidad visual del entorno inmediato.
- ✓ Calidad visual del fondo escénico.

Siguiendo ésta metodología, los componentes valorados para las diferentes unidades paisajísticas definidas han sido las siguientes:

- ✓ Calidad fisiográfica.
- ✓ Cubierta vegetal.
- ✓ Láminas de agua.
- ✓ Composición.
- ✓ Elementos artificiales.
- ✓ Fondo escénico.
- ✓ Condiciones de visibilidad.

Factores de valoración paisajística:

✓ Morfología

Según la pendiente del terreno:

Paisaje montañoso (pendiente superior al 30%. Calificación máxima 5).

Accidentado (pendiente entre 15% – 30%. Calificación 3).

Ondulado (pendiente entre 5% a 15%. Calificación 2).

Llano (pendiente entre 0% a 5%. Calificación 1)

✓ Vegetación

Masas boscosas y gran variedad de tipos de vegetación a espacios con poca o ninguna variedad de vegetación. Calificación máxima de cinco y mínima de un punto.

✓ Agua

Apariencia limpia y clara de aguas blancas (rápidos y cascadas o láminas de agua en reposos a inapreciable o ausente. Calificación máxima de cinco puntos y mínima cero puntos.

✓ Color

Variaciones cromáticas intensas y variadas o contrastes agradables entre el suelo, vegetación, roca y agua. Calificación máxima de cinco puntos y mínima cero punto.

✓ Fondo escénico

El paisaje circundante incrementa mucho la calidad visual del conjunto o bien dicho el paisaje adyacente no ejerce influencia. Calificación máxima de cinco y mínima de un punto.

✓ Rareza

Espacio de gran rareza y con elementos singulares o bien una región común. Calificación máxima de seis, mínima de un punto.

✓ Usos del suelo

Suelos libres de actuaciones humanas o poco antropizados (como el suelo no urbanizable estrictamente protegido) o bien suelos intensamente ocupados y muy antropizados. Calificación máximo de dos puntos, mínimo cero.

Excelente (más de 30 puntos)

- Muy Alta (de 21 a 30 puntos)

- Alta (de 16 a 20)
- Moderada (de 10 a 15)
- Baja (de 0 a 9)

Tabla 3.2 Valoración de la calidad visual de las Unidades de Paisaje en la cantera Cerro Calera Bariay.

VALORACIÓN UPI	MORFOLOGÍA	VEGETACIÓN	AGUA	COLOR	FONDO ESCÉNICO	RAREZA	USOS DEL SUELO	VALORACIÓN PAISAJÍSTICA	
Bosque nativo adulto	2	5	2	5	5	6	1	26	Muy Alta
Charrascales	1	4	2	3	5	6	0	21	Muy Alta
Ríos	1	5	3	4	5	5	0	23	Muy Alta
Bloques de roca fracturados	3	1	0	2	5	5	1	17	Alta

3.3 Fragilidad visual de la zona de estudio

La fragilidad visual (tabla 3.3) es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso del mismo. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual, entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa (Bastola, 2010).

Para evaluar la fragilidad se propone un método según en (Escribano, 1991):

- a) Factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando el suelo, la cubierta vegetal, la pendiente y la orientación.
- b) Carácter histórico-cultural, que pondera la existencia al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico.

- c) Accesibilidad dada por la distancia y acceso visual desde carreteras y poblados.

Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por último, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida. De este modo la valoración se hará según la ecuación (3.1):

$$VFVP = \sum f/nf \quad (3.1)$$

Donde:

VFVP - Valor de la fragilidad visual del punto,

f - Los factores biofísicos

n - El número de factores considerados.

Los valores de fragilidad fluctúan entre uno y tres. Algunos paisajes, como cuerpos de agua, no se les podrán aplicar cada factor, para estos casos se adaptará la ecuación conforme el número de factores que se utilicen. En el trabajo es muy importante tener en cuenta que los factores históricos-culturales tienen una conjetura mayor en esta zona debido a que muy cerca del lugar se encuentra la bahía de Bariay (anexo 8) que fue declarada monumento nacional, cuyo nombramiento tuvo como antecedente el desembarco del almirante Cristóbal Colon por estas aguas trayendo consigo que la zona de estudio se encuentre dentro de la bitácora de navegación de dicho explorador.

Tabla 3.3 Valoración de la fragilidad visual de las Unidades de Paisaje de la Cantera Cerro Calera Bariay.

UPI	VALORACIÓN	
	FRAJILIDAD VISUAL	
Bosque nativo adulto	1.3	Moderado
Charrascales	1.3	Moderado
Ríos	0.6	Bajo
Bloques de roca fracturados	1	Bajo

3.4 Métodos de evaluación del impacto visual

La medición del impacto visual puede enfocarse desde perspectivas muy distintas. Por una parte se trata de evaluar el paisaje en sí, su valor estético aceptando su gran componente de subjetividad; mientras que por otra, se calculan diversos parámetros objetivos definidores del mismo, intentando disminuir al mínimo la subjetividad (Bastola, 2010).

El primer enfoque sería el utilizado por los paisajistas, los cuales analizan los componentes del paisaje y su aportación al conjunto, intentando dar un valor global al impacto producido. Las otras técnicas, en las que valoran diferentes parámetros característicos del paisaje, se utilizarían desde los diversos aspectos de la ingeniería, para la evaluación ambiental de proyectos. En éstas no se busca dar un valor al impacto visual sino, más bien, evaluar las características del paisaje que pueden condicionar la visualización por parte del observador.

Buscando una clasificación de las distintas metodologías seguidas en el análisis visual del paisaje las podemos agrupar en:

- ✓ Encuestas entre Observadores Potenciales

La realización de encuestas entre observadores potenciales acerca de las preferencias de un paisaje u otro, ayudan a la hora de cuantificar un impacto visual. Las encuestas pueden tener como base un catálogo de fotografías de distintos paisajes, pidiéndose, al realizar el test, que se clasifiquen según las preferencias. La fotografía debe ilustrar, en lo posible, la característica dominante del paisaje, éstas deben estar realizadas bajo las mismas condiciones de luminosidad, tiempo atmosférico, etc. Posteriormente se pedirá inducir dentro de la clasificación el paisaje a estudio.

Como ejemplos de las preguntas a realizar en el test están:

- ¿Según los paisajes mostrados en estas fotografías, podría usted ordenarlas de mayor a menor preferencia?
- ¿Qué característica destacaría usted de la seleccionada en primer lugar?
- ¿Hay algo que le disguste en especial de la que seleccionó en último lugar?
- A partir del paisaje a estudiar, ¿Con qué fotografía lo identificaría?

Las tendencias seguidas en estas metodologías varían desde la que utiliza una sola fotografía para representar un lugar, a la que utiliza varias complementarias, llegando a la utilización de un dossier de fotografías con abundante información adicional. Otros métodos similares utilizan la proyección simultánea de pares de diapositivas.

Todos estos métodos tienen grandes inconvenientes. Por una parte los recuerdos asociados por el observador a un entorno similar al de la fotografía pueden hacerle modificar su valoración, complicándose más si el encuestado conoce el paisaje concreto de la fotografía. Además, la propia psicología de la persona le hará valorar más uno u otro en función de su forma de ser. Una personalidad insegura preferirá los espacios abiertos, de contornos netos y limpios, mientras que un extrovertido seleccionará los paisajes humanizados.

Además de la situación del propio observador, su estado anímico, las condiciones en que esté hecha la encuesta, puede hacer variar mucho el resultado. No siempre se conseguirá la misma situación, la misma luminosidad en dos encuestas realizadas en sitios o momentos diferentes.

✓ Comité de Expertos

Los comités de expertos están compuestos, como su nombre indica, de una serie de técnicos especialistas en impacto visual, los cuales, en función de los resultados de análisis de casos anteriores y de la experiencia, pueden evaluar el impacto que va a producir el caso en estudio.

La subjetividad del método anterior se ve reducida en función de la condición de expertos, pero no se ve anulada. El análisis de cada elemento individual que forma parte del conjunto del paisaje, su aportación al mismo, no deja de depender de la opinión de personas, aunque en este caso la clasificación final sale de una puesta en común entre todos ellos.

El inconveniente de estos métodos es que los expertos pueden hacer una valoración excesivamente técnica, y ésta no tiene por qué coincidir con la opinión que pueda hacerse el posible observador, que a fin de cuentas será el que sufra el impacto visual.

✓ Fotomontajes

Si se desea conocer el resultado visual final de la construcción de una obra concreta en un lugar determinado nada mejor que verlo. Para ello se pueden utilizar las composiciones fotográficas. Sobre una fotografía de la zona a interesarse se puede montar la foto de una obra similar, ya construida, o al menos, un dibujo realista de la proyectada.

Este método da una mayor fiabilidad a la valoración de impacto visual, pero mantiene el inconveniente de que la valoración, a partir del fotomontaje, sigue siendo subjetiva, y depende de demasiados condicionantes que no se logran controlar. Normalmente estos fotomontajes se utilizan para realizar una presentación previa del proyecto y pedir la opinión entre la población de posibles observadores.

✓ Simulación por ordenador

Las posibilidades que aporta el ordenador permiten la composición mucho más realista del fotomontaje. Además, los programas de diseño gráfico logran un gran realismo a la hora de poder desplazarse alrededor de la obra. La posibilidad de situarse, con rapidez, en varios puestos de observación y modificar con sencillez alguna característica de la obra, permite alcanzar un mayor grado de análisis.

El desarrollo de la multimedia, hoy en día, permite realizar un montaje sobre una película real, y su accesibilidad económica aumenta las posibilidades de esta metodología para un futuro inmediato.

3.5 Determinación de la cuenca visual

La operación básica de los análisis de visibilidad es la determinación de la cuenca visual. La cuenca visual de un punto se define como la zona que es visible desde ese punto (Sanz, 1996). Por extensión se puede ampliar el concepto a un conjunto de puntos próximos o que constituyan una unidad u objeto (un embalse, un tramo de carretera, etc.), y considerarla como la porción de territorio vista desde ellos o, lo que es lo mismo, desde donde pueden ser vistos.

Existen varios métodos básicos de obtención de la cuenca visual que pueden ser aplicados de forma manual o, más generalmente, de forma automática. A continuación se exponen algunos de los procesos de obtención utilizados que incluyen:

✓ Observación directa in situ (Bastola, 2010).

El observador se traslada al punto cuya cuenca visual se quiere determinar con un mapa de la zona al que irá transfiriendo los límites visuales de su observación. Con un proceso similar al establecido para fijar la posición de un punto del terreno real en el mapa, se trata de estimar la posición relativa de los puntos de entrada y salida de zonas de sombra respecto a accidentes o características del terreno reflejadas en el mapa, uniéndolas luego para determinar las áreas vistas o en sombra.

La escala más corriente se sitúa entorno a 1: 25 000 donde la localización de límites visuales se puede realizar con relativa precisión. Escalas más pequeñas proporcionan mejor precisión pero requieren generalmente la utilización de varios mapas, difíciles de manejar en el campo.

Se debe realizar la operación en los momentos del día más ventajosos en cuanto a iluminación y condiciones de visibilidad. Es preferible trabajar con orientaciones que reciban la luz lateralmente, visitando el lugar en diversos momentos del día. La luz frontal o trasera tiende a confundir las formas del terreno introduciendo fuertes errores en la determinación.

Esta técnica es rápida (se puede tardar aproximadamente una hora en una determinación normal) y permite una mayor compenetración del observador con el terreno. Como inconveniente cabe señalar la muy variable fiabilidad de la determinación en función de las características personales del operador y de la zona. Los errores suelen ser, casi siempre, por exceso, sobreestimando la zona visible. Se tiende a fijar las líneas de cumbres como límites de visión, cuando en realidad las cumbres no son visibles por la convexidad del terreno y los límites se encuentran mucho antes.

✓ Métodos manuales

El método clásico de obtener la cuenca visual de un punto dado es bastante laborioso y se resume en los siguientes pasos (figura 3.1):

- Sobre un mapa a escala adecuada se traza una dirección visual, Por ejemplo, Norte.

- Se obtiene el perfil transversal correspondiente a esa dirección visual calculando las intersecciones con las curvas de nivel.
- Se trazan rayos visuales hacia el perfil de modo que al alejarse del punto de observación se vayan obteniendo pendientes que han de ser cada vez mayores para que se mantenga la visibilidad. Cuando al unir un punto, por ejemplo, F en la (figura 3.1), con el observador O, se obtiene un rayo inicial OF situado por debajo de algunos de los ya trazados (por ejemplo OA), ese punto está en "Sombra" (AB, CD) y no sería visible desde O. Se obtienen así los Puntos A, B, C, D, E de comienzo y fin de las zonas de sombra.
- Se dibujan estos puntos en el mapa base.
- Se gira la dirección visual un determinado ángulo y se repiten los tres puntos inmediatamente anteriores.
- Se repite el paso anterior hasta barrer la zona que interese y se unen los puntos $A_1, A_2, \dots, B_1, B_2, \dots, etc \dots$ para obtener las superficies de sombra,

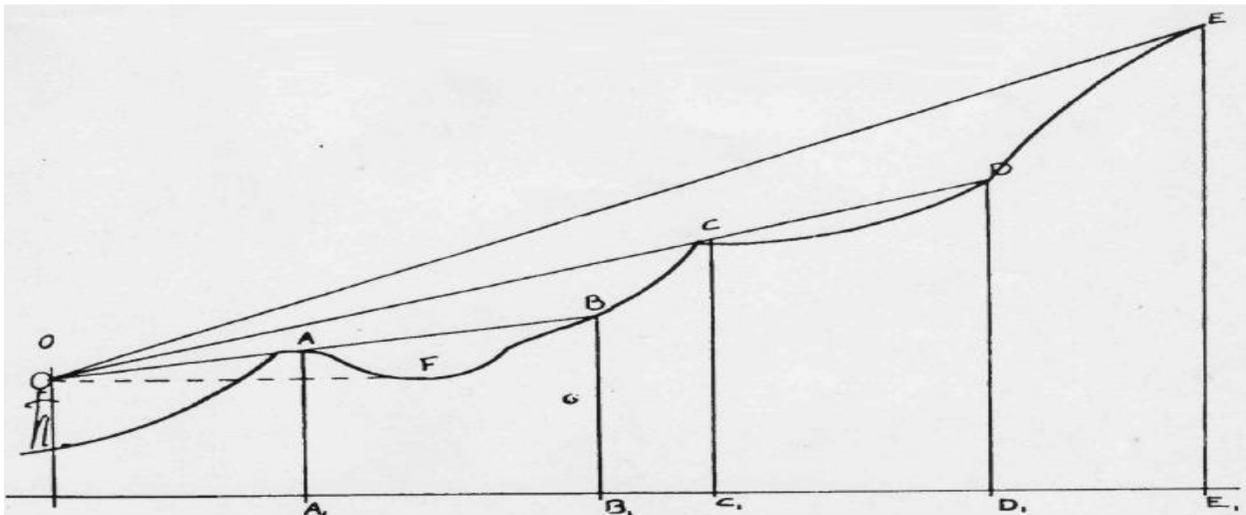


Figura 3.1. Método manual de determinación de la cuenca visual

Si se requiere una cierta precisión es necesario operar de 5° en 5° , pero en general basta con unos 16 perfiles ($22,5^{\circ}$),

La mayor limitación estriba en la dificultad de incorporar restricciones de visibilidad debidas a formaciones vegetales o a construcciones humanas. Es por ello deseable, tanto en este método como en todos los realizados en gabinete, completar y perfeccionar la determinación con un repaso in situ, corrigiendo las

posibles desviaciones. Una determinación normal suele llevar unos 90 minutos y no requiere un especial entrenamiento.

Un método también manual, algo más rápido, fue desarrollado por Hebblethwaite (Bastola, 2010) para el cálculo de la cuenca visual del impacto de centrales de energía. Para la aplicación del método se precisa un mapa con un nivel de detalle adecuado a la aproximación de la cuenca que se desea obtener y dos trozos de plástico transparente de unos 10 a 15 cm de ancho y longitud suficiente para abarcar la distancia visible máxima. A una escala de 1:25.000 pueden bastar 50 cm de largo. En uno de ellos se marca una línea recta horizontal que servirá para señalar la dirección visual. En el otro se marcan líneas horizontales paralelas equidistantes que representarán las distintas alturas con una equidistancia igual a la del mapa. La separación entre las líneas no es importante, pero si están demasiado juntas se operará mal. Si se desea, en vez de líneas rectas se pueden trazar parábolas que tengan en cuenta los efectos de curvatura y refracción.

El método operativo es el siguiente (figura 3.2).

- Se pincha un alfiler de cabeza o chincheta por el reverso del mapa en el punto cuya cuenca visual se desea dibujar.
- Se coloca la plantilla de dirección visual sobre el punto y se fija en una dirección.
- Se coloca la plantilla de alturas sobre el alfiler en una línea de altura que se corresponda con la altitud del punto de observación (se marcará la altura sobre el suelo si el observador va a estar situado en un edificio) (figura 3.2, a).
- Se identifica el punto de cruce entre la dirección visual de nivel más próxima. Se guía la plantilla de alturas hasta que la línea de altura correspondiente a la altitud de esa curva de nivel coincida con ese punto de cruce.
- Siguiendo a lo largo de la dirección visual se alcanza la intersección con la siguiente curva de nivel; si ésta y su correspondiente línea de altura se cruzan por encima, el punto será visible. Si se cruzan por debajo de la dirección visual, el punto no será visible (figura 3.2, b).

- Cuando se alcanza un punto invisible, hay que volver al último punto visible y colocar la plantilla de alturas de forma que en ese punto se crucen la dirección visual, la curva de nivel y la línea de altura (figura 3.2, c).
- Se procede como antes utilizando este emplazamiento. Se anotan todos los puntos visibles hasta que se alcanza un nuevo punto invisible, y, allí se vuelve a colocar la plantilla de alturas, como se describe en el punto anterior.
- Se continúa a lo largo de la dirección visual hasta la distancia límite de visibilidad.
- Se repite todo el proceso a intervalos de 5° o mayores alrededor del punto de observación. Cuando todos los puntos visibles para cada intervalo de 5° han sido anotados se unen para construir la cuenca visual o zona de influencia visual.

Es posible tener en cuenta la ocultación por vegetación a lo largo de una dirección visual añadiendo la altura a la altitud en cada punto y repitiendo la señalización.

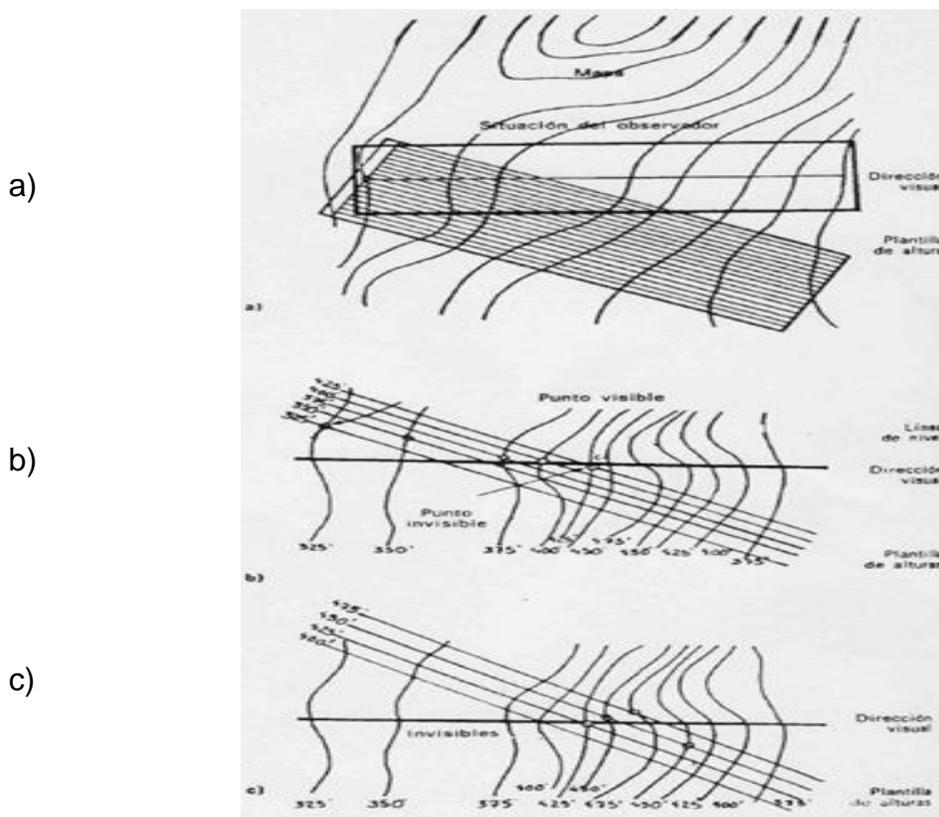


Figura 3.2. Determinación de la cuenca visual mediante patrones transparentes.

✓ Métodos automáticos

Existen dos procedimientos automáticos básicos de uso habitual para hallar la cuenca visual de un punto:

1. Cuenca visual por rayos.
2. Cuenca visual por cuadrículas.

El primer procedimiento es la versión automática del método manual básico reseñado anteriormente. El proceso de búsqueda se organiza por medio de rayos, que se recorren desde el origen o punto de observación y barren el área de estudio. En cada rayo se marcan los puntos visibles y no visibles comparando la pendiente de la recta que une cada punto en cuestión con el punto de observación, con las calculadas para puntos anteriores. Si es mayor, el punto y su zona circundante por tanto será visible, y si es menor, el punto estará tapado por alguno de los anteriores en el mismo rayo (figura 3.3).

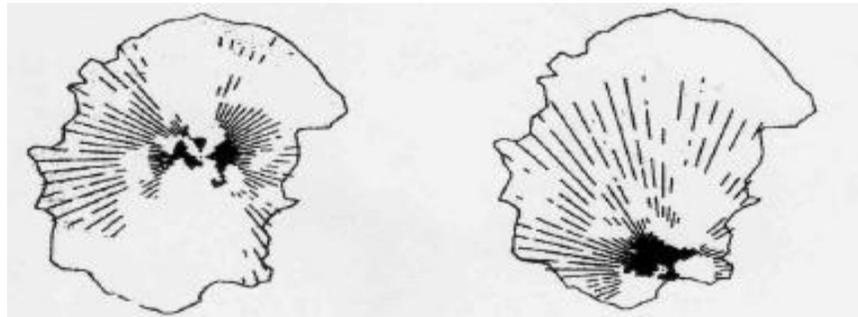


Figura 3.3 Determinación de la cuenca visual mediante rayos.

Los parámetros que rigen el proceso son el ángulo entre dos rayos consecutivos y el paso con que se recorre cada rayo desde el punto de observación hasta la distancia de alcance visual máximo. La precisión se regula con los valores de estos parámetros y es menor en las zonas más distantes pues, a medida que aumenta la distancia es mayor el área del trapecio que se asigna a cada punto.

Si el equipo informático tiene un trazador de gráficos incorporado, el dibujo de la cuenca se puede producir simultáneamente sobre un transparente que, colocado sobre un mapa topográfico normal, permitirá identificar las áreas vistas y sus usos asociados. El programa permite la fácil determinación de los parámetros de forma

y excentricidad, así como el cálculo de radios y diámetros máximos y mínimos de las cuencas, muy difíciles de obtener con otros sistemas.

Si la cuenca se dibuja a partir de un haz de rayos que nacen del punto de observación y se interrumpen en las zonas de sombra, se resalta la fuerte vinculación existente entre el punto de observación y las zonas vistas. Las cuencas visuales son superficies claramente focalizadas y es conveniente utilizar una representación gráfica que mantenga esa cualidad.

En la determinación de la cuenca visual por cuadrículas (figura 3.4), para cada una de estas que se halle dentro del círculo cuyo radio es el alcance, se realiza el test de visibilidad de forma similar al caso anterior.

Se une el punto de observación con el centro de la cuadrícula en cuestión y se va recorriendo esa recta comparando las alturas de la propia recta con las altitudes del terreno. Si hay un solo punto donde el terreno esté por encima de la recta, el centro de la cuadrícula no será visible y, sólo si se termina el proceso sin encontrar ningún punto por encima, la cuadrícula será visible desde el punto de observación.

El dibujo de la cuenca visual puede efectuarse en este caso por medio de una impresora, aunque más que dibujo suele ser sólo un esquema con la dificultad suplementaria de escalas vertical y horizontal no exactas y -en general- obligadamente distintas, por los problemas de normalización de las impresoras.

La identificación de las áreas vistas hay que hacerla entonces por traslado manual de coordenadas a un mapa topográfico.

El programa Viewit opera de forma similar al proceso señalado. El programa traza una dirección visual, obtiene el perfil y determina las células visibles y las invisibles (Bastola, 2010).

Inspeccionando el perfil, el programa almacena un uno en la memoria reservada a cada célula visible y un cero en la invisible. Si se quiere obtener el número de veces que cada punto es visto desde un conjunto de puntos dados, el programa sitúa el suceso origen, repite la operación, y si el punto en cuestión se ve desde los dos orígenes tendrá un dos en su memoria. Cuando se han barrido todos los orígenes requeridos, la memoria reservada a cada célula contiene el número de

veces que cada célula es visible desde el conjunto de puntos de observación. El resultado se cartografía automáticamente imprimiendo en la posición de cada célula ese número de veces o, transformando los números en escalas de distinta intensidad de impresión (Bastola, 2010).

Un programa desarrollado en la Escuela de Diseño de la Universidad de Harvard (Steinitz, 1974) para el modelo de calidad visual opera de forma ligeramente distinta. Para conseguir un algoritmo de búsqueda más eficiente separa el área que rodea la célula origen en ocho octantes que son barridos por una serie de rayos (figura 3.4). El usuario puede seleccionar los octantes en los que quiere realizar la búsqueda, así como el número de rayos (máximo 2, 6 kilómetros). Por ejemplo, puede pedir la búsqueda en el octante N-NE con tres rayos de visión y 26 células de alcance, con lo que la búsqueda se reduce al chequeo de unas 70 células en lugar de las 240 células situadas a menos de 2,6 kilómetros que existen en el octante. Con ello se pierde precisión en aras de la rapidez, pero si lo que se pretende es la búsqueda desde un conjunto de orígenes, las células no barridas por un punto serán barridas por alguno de sus adyacentes y la pérdida de precisión será menor. El programa permite también cartografiar el uso del suelo de las células que se ven y organizar la búsqueda en función de los usos, bien de la célula origen, bien de las células buscadas.

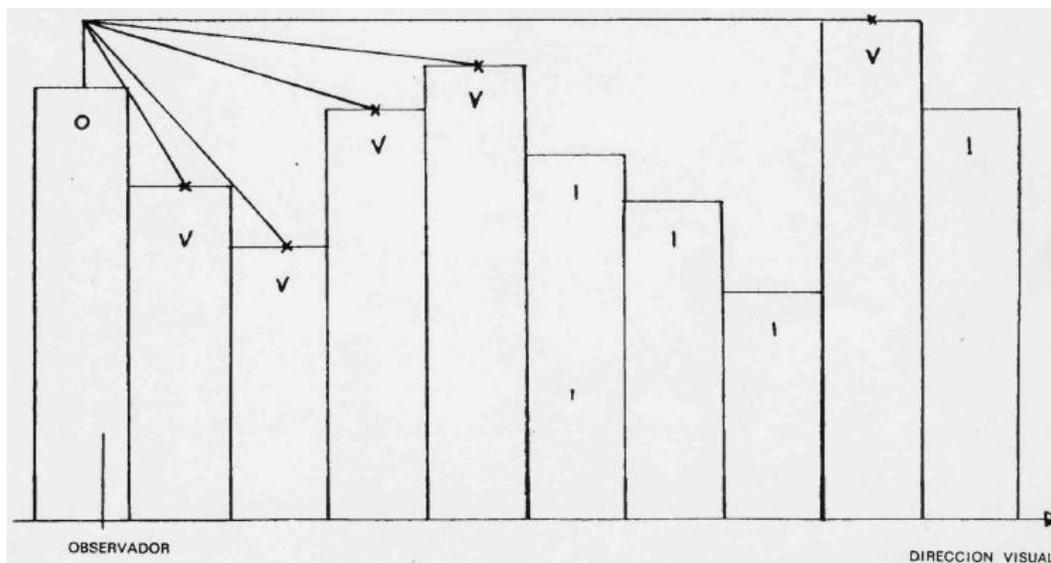


Figura 3.4 Modelo de calidad visual.

Características de la cuenca visual

✓ Tamaño

La variable relativa a condiciones de observación más utilizada es el área de la cuenca visual. La cantidad de área vista desde cada punto es una medida típica de la intervisibilidad de un territorio y ha sido en muchos casos la única medida utilizada.

La extensión de la cuenca visual puede utilizarse, por ejemplo, en la localización de los puntos más visibles del territorio o de los que se ven con menor frecuencia o que puede ayudar a situar actuaciones que deban ser muy visibles o poco visibles respectivamente.

Al comparar los distintos puntos del territorio en función de esta variable se plantea el problema de los puntos próximos al borde del territorio estudiado ya que en esos puntos fronterizos la reducida extensión de la cuenca visual responde a que se ha sometido al test de visibilidad a menos puntos que en los lugares centrados del territorio.

Para evitar este problema se puede recurrir al cálculo de la cuenca visual relativa (Aguilo, 1981), que es la relación entre la superficie de la cuenca visual real de un punto y la que cabría esperar si el territorio fuese llano y sin obstáculos para la visión. Este parámetro se utiliza con frecuencia como medida de la intervisibilidad.

✓ Altura relativa

La altura relativa es la media ponderada de las superficies de las áreas visibles en función de las diferencias de cotas entre los puntos de la cuenca visual y el punto de observación. Se determina según la ecuación (3.2):

$$Altura\ relativa = \frac{\sum_{i=1}^n (H_1 - H_0) \cdot S_1}{\sum_{i=1}^n S_1} \quad (3.2)$$

Donde:

H_1 = altitud punto visible

H_0 = altitud de observación

S_1 = área asignada al punto visible

n = número de puntos visible

La altura relativa positiva indica que el observador se encuentra en una posición superior con respecto al territorio observado, mientras que los valores negativos indican que el observador está por debajo, en posición inferior con respecto a dicho territorio. Las sensaciones de dominancia y refugio están muy ligadas a este parámetro.

✓ Forma

La forma territorial de la cuenca visual, es la forma geométrica de su delimitación en planta, como elemento categorizador de las condiciones visuales del territorio. La terminología habitualmente empleada para describir propiedades visuales del paisaje está estrechamente relacionada con la forma de las cuencas visuales, y conviene detenerse brevemente en su consideración, siguiendo a (Aguilo, 1991).

El término más utilizado es el de vista, sector de paisaje contemplado de una sola vez, es decir, sin girar la mirada, con una abertura o ángulo de visión de unos 60° como valor típico. De acuerdo con (Bastola, 2010) puede distinguirse entre vista simple, donde los límites son conspicuos y la visión penetra claramente entre ellos, y vista múltiple, donde las brechas o aperturas de una determinada pantalla dejan pasar la visión por varios sitios independientes. En ausencia de obstáculos y con una cierta amplitud, la vista se convierte en panorama o panorámica.

En función de su alcance, las vistas se conocen como cerradas, si el fondo escénico y el plano medio no están representados; limitados, si el fondo no es relevante; y abiertas si la visión alcanza muy lejos.

Estos conceptos son directamente trasladables al estudio de la forma de la cuenca visual dibujada en planta. Con el estudio de estas formas se infieren numerosas propiedades visuales, no sólo del punto de observación, sino del propio territorio (Aguilo, 1981).

Una cuenca visual de forma circular, con su punto de observación próximo al centro, sugiere una posición del observador en llanura, en cuyo caso un desplazamiento en cualquier sentido no alteraría radicalmente el territorio visto, o bien en lo alto de un pico, en una situación visual inestable. Se puede delimitar como panorámica una vista de este tipo, con una cuenca visual extensa, de formas algo regulares, con el observador centrado y más alto que el resto, etc.

En otros casos, formas alargadas con el punto de observación centrado en el eje mayor, implican situaciones morfológicas similares a las de fondos de valle con presencia de obstáculos laterales que corren paralelamente. El desplazamiento del punto de observación hacia uno de los bordes de la cuenca visual sería síntoma claro de empezar a subir por la ladera.

Los bordes de cuenca muy irregulares son típicos de territorios de topografía muy movida, con obstáculos en todos los sentidos de visión. Otras formas se presentan en situaciones intermedias a las señaladas.

Igualmente, la excentricidad o alejamiento del punto de observación respecto al centro de gravedad de las áreas vistas proporciona un claro índice de focalización de la cuenca visual.

La forma del borde de la cuenca visual es un factor importante en la comprensión del paisaje, propiciando el primer indicio de sentido del entorno circundante y, en cierto modo, estableciendo la dificultad de lectura que presenta para el observador. Por ello suele ser determinante a la hora de establecer tipos de paisaje.

✓ Compacidad

Otra característica de las cuencas visuales es su compacidad, es decir, la mayor o menor presencia de zonas no vistas (de sombra) o huecos dentro del contorno formado por los puntos vistos más lejanos (figura 3.5). En general, las cuencas visuales aparecen fragmentadas por innumerables obstáculos intermedios que proporcionan zonas de sombra dando lugar a siluetas intermedias y superposición de planos.

Las cuencas visuales llenas de huecos son típicas de territorios muy quebrados. En ellos el paso de un punto de observación a otro próximo puede suponer una variación enorme en la extensión de las áreas vistas o un cambio total de las propiedades de forma.

Las cuencas visuales muy compactas cuyos rayos visuales no se interrumpen hasta que terminan, son típicas de territorios muy diáfanos, donde los bordes están claramente definidos. Todo lo que se sitúe en este tipo de territorios tendrá

una repercusión visual inmediata y las posibilidades de ocultación serán muy reducidas, pues las zonas de ocultación son escasas o no existen.

La compacidad puede estimarse de una forma simple a través del porcentaje de huecos o superficie no visible incluida dentro del contorno de la cuenca visual, en relación a la superficie total incluida dentro de dicho contorno. Sin embargo, este índice no contempla otras propiedades relacionadas con la compacidad como son el reparto de los huecos dentro de la cuenca, el tamaño de los mismos, etc., que pueden tener gran incidencia en las características visuales.

Este parámetro se calcula por la siguiente expresión (3.3):

$$I_c = 100 - H \quad (3.3)$$

Donde:

I_c = Índice de compacidad de la cuenca

H=porcentaje de huecos en la cuenca.

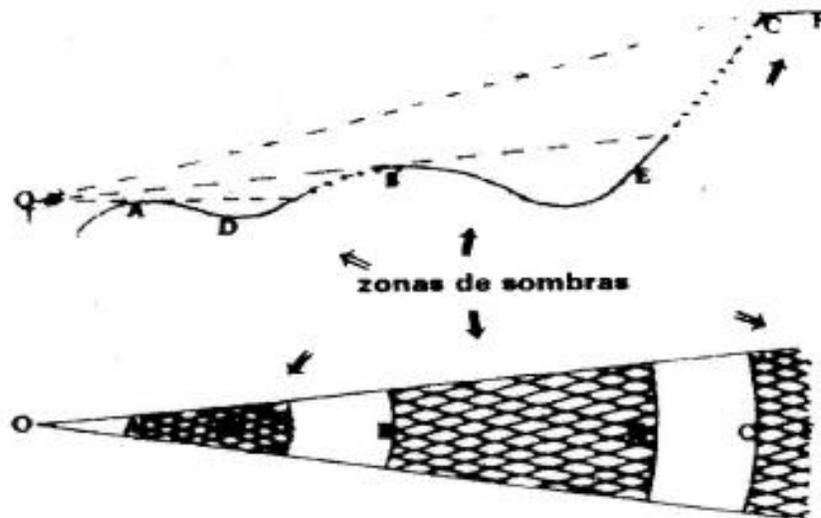


Figura 3.5. Compacidad y zonas de sombra.

3.6 Determinación de la cuenca visual del Yacimiento Punta Gorda

Tomando en cuenta las experiencias antes analizadas; se consideró oportuno la simulación por ordenador para la determinación de la cuenca visual.

Con el empleo de las herramientas informáticas como SURFER 8.0, DIDGER 3.02, GEMCOM 4.11, AutoCAD CIVIL 3D 2014, GOOGLEEARTH 2017, GEOSIG, etc. Como un primer paso se realizó la digitalización del terreno con el uso del SURFER 8.0, DIDGER 3.02. Para la determinación de la cuenca visual se crearon

superficies con curvas de nivel y superficie en 3D. Después con las herramientas de AutoCAD CIVIL 3D 2014 se determinaron las características de la cuenca visual, tomando como puntos de observación (miradores) la comunidades de Paraíso (mirador 1) con coordenadas nacionales (X 592536.054m, Y 259389,338m) y Camayén (mirador 2) con coordenadas nacionales (X 593450m, Y 259276,510m). Los puntos de observación fueron seleccionados tomando como criterio el número de observadores potenciales que transitan por estos puntos (anexo 9).

Se realizaron perfiles desde los miradores hasta la cantera para la delimitación de áreas de sombras y áreas visibles correspondientes. Los datos para el cálculo fueron automatizados con AutoCAD CIVIL 3D 2014. Seguidamente se procede al cálculo de la compacidad y tamaño de cuenca visual.

Determinación de la compacidad a partir de la línea de visión

$$H = 100d/D \quad (3.3)$$

Donde,

H = porcentaje de sombra

D = Distancia media de los perfiles desde el mirador hacia el Yacimiento

d = Longitud media no visible en el tramo analizado

Para el mirador-1 (Paraíso),

Datos,

Distancia media de los perfiles desde Paraíso hasta la cantera (D) = 1608,50 m

Longitud media no visible en ese tramo (d) = 374,74 m

$$(H) = 100d/D = 100 \cdot 374,74 \text{ m} / 1608,50 \text{ m} = 23,29 \%$$

$$\text{Indice de compacidad } (I_c) = 100 - 23,29 \% = 76,71 \%$$

Así mismo para el mirador -2 (Camayén),

Distancia media de los perfiles desde Camayén hasta la cantera (D) = 1477,25 m

Longitud media no visible en ese tramo (d) = 239,48 m

$$H = 100d/D = 100 \cdot 239,48 \text{ m} / 1477,25 \text{ m} = 16,21 \%$$

$$\text{Indice de compacidad } (I_c) = 100 - 16,21 \% = 83,79 \%$$

Determinación del tamaño de la cuenca visual de la zona de estudio

Se determinaron el área visible y el área total mediante el uso del software AutoCAD CIVIL 3D 2014. Luego se determinó la cuenca visual relativa.

Área visible desde Paraíso (a) = 6 ha

Superficie total del área de estudio si fuese llano (A) = 51,12 ha

Cuenca visual relativa = $100a/A = 100 \cdot 6 \text{ ha} / 51,12 \text{ ha} = 11,73 \%$

Así mismo para el mirador -2 Camayén,

Áreas visible desde Camayén (a) = 10,7 ha

Área total del área de estudio si este fuese llano (A) = 65,52 ha

Cuenca visual relativa = $100a/A = 100 \cdot 10,7 \text{ ha} / 65,52 \text{ ha} = 16,33 \%$

Determinación de la altura relativa de la zona de estudio

Se determinó la altura relativa de la zona de estudio mediante el uso de perfiles generados con anterioridad (anexos 10, 11).

Para el mirador -1,

Altura relativa = altura media del área visible – altura del punto de observación

Altura relativa = 90 m – 25 m = 65 m

Así mismo para el mirador-2,

Altura relativa = 85 m – 63 m = 22 m

3.7 Análisis del color

Es la propiedad de reflejar la luz con una particular intensidad y longitud de onda, que permite al ojo humano diferenciar objetos que de otra forma serían idénticos. Es la principal propiedad visual de una superficie.

El color viene definido por el tinte (rojo, amarillo, azul...), por el que los colores se dividen en cálidos o fríos; el tono (claro, oscuro) y el brillo (brillante, mate). La combinación de colores en un paisaje determina en gran medida sus cualidades estéticas (Bastola, 2010).

La presencia de colores complementarios o de características opuestas produce contrastes visuales. Así, los colores brillantes contrastan con los mates y los claros con los oscuros. La yuxtaposición de estas dos últimas características cromáticas suele además llamar la atención del espectador.

En general, puede decirse que a igualdad de los restantes elementos visuales los colores cálidos, claros y brillantes tienden a dominar sobre los fríos, oscuros y mates en un paisaje.

Estudiar los cambios introducidos en los colores presentes en un paisaje plantea muchos problemas. El primero y principal es su caracterización. Si se asocia un color a un punto, dicho color debe quedar determinado para cualquier experto que realice el estudio. No puede decirse simplemente color rojo, existen multitud de tonalidades diferentes para el rojo (Bastola, 2010).

El problema planteado se basa en dar respuesta a las siguientes interrogantes ¿existen contrastes que son más visibles que otros? Y si es así ¿Cómo podemos cuantificar esa diferenciación?

En vista a las cuestiones presentadas, se decidió estudiar el color desde el punto de vista del observador, como diferencia de los distintos estímulos que recibe. Asociar a un elemento del paisaje un color, es tanto más difícil cuanto mayor precisión se le exija. La influencia que tiene el iluminante (el sol en este caso), sobre el color de un objeto, impide llegar a una gran concretización. No tiene sentido solicitar una precisión extrema, si luego, cuando sea observado bajo la luz natural, va a depender mucho de la hora y las condiciones atmosféricas que sufra. Tampoco se pueden agrupar varios colores similares bajo la misma denominación ya que, si bien el ojo humano es capaz de discriminar 300 colores mediante su observación aislada (uno a uno) es capaz de diferenciar casi 5 millones por comparación entre muestras.

El cerebro humano percibe el color por medio de tres atributos, su luminosidad, su color y su forma. Estos son evaluados cada uno en una parte diferente del cerebro, siendo por ello que los sistemas más evolucionadas de representación matemática del color diferencian los parámetros de luminosidad y color o cromacidad (Bastola, 2010).

La percepción del color es fruto de la respuesta que dan conos y bastones (células especializadas de la retina), al estímulo luminoso. La razón por la cual todo color se puede referenciar a una función de tres variables es porque los conos y bastones están clasificados en sensibles al rojo, al verde y al azul. Cada detector

envía al cerebro una señal eléctrica proporcional a la absorción efectuada del haz luminoso percibido.

En el paisaje de la cantera se encuentra con una flora rica en especies arbóreas, arbustivas y herbáceas debido a la humedad del terreno, con especies endémicas de esta zona como son los charrascales, es por ello que el color predominante en el área de estudio es el verde.

Para el estudio del contraste cromático se utilizó como herramienta informática Adobe®Photoshop® 7.0, para determinar el grado de contraste del paisaje minero mediante la evaluación de las fotografías del mismo (Bastola, 2010). Se determinó la calidad de los colores primarios (rojo, verde y azul) mediante sus gráficos de histogramas (figuras 3.2 y 3.5) correspondientes y se convirtió la imagen en gris para la comparación del contraste de los colores presentes (figuras 3.3 y 3.6). Se utilizó para el análisis cromático, las imágenes fotográficas (figuras 3.1 y 3.4) tomadas desde los miradores 1 y 2. A continuación se muestran las imágenes con sus gráficos de histograma correspondientes.



Figura 3.1: Fotografía de la cantera tomada desde el mirador 1.

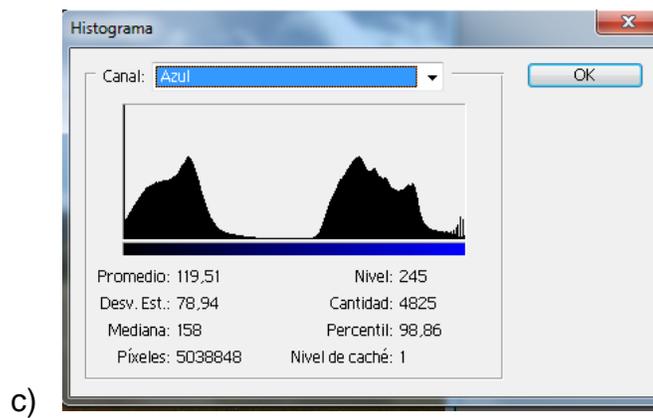
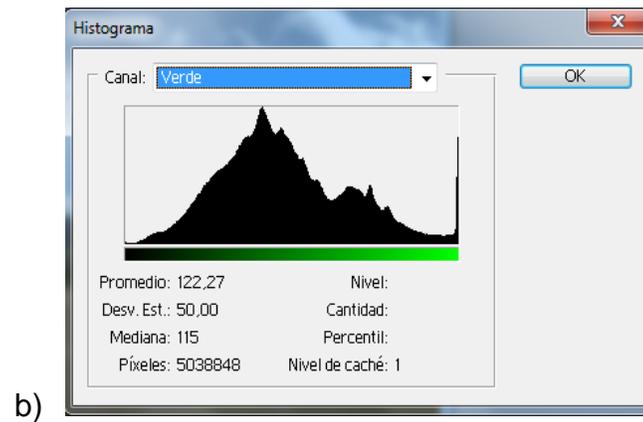
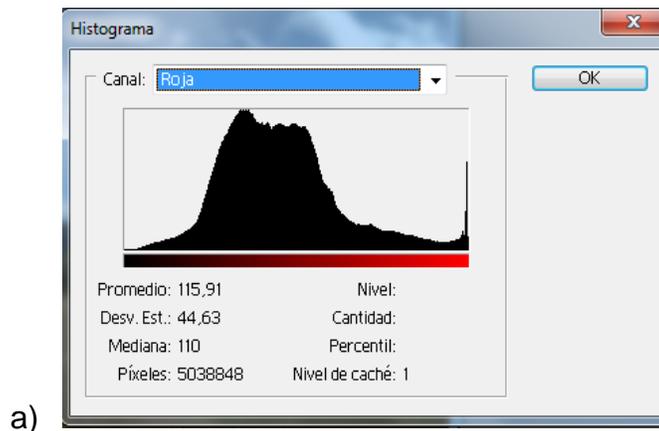


Figura 3.2: Histograma de los colores rojo, verde y azul de la fotografía de la cantera tomada desde el mirador 1.



Figura 3.3: Impacto visual cromático pixel a pixel en la escala de gris de la fotografía tomada desde el mirador 1 (cero no impacto, uno máximo impacto).



Figura 3.4: Fotografía de la cantera tomada desde el mirador 2.

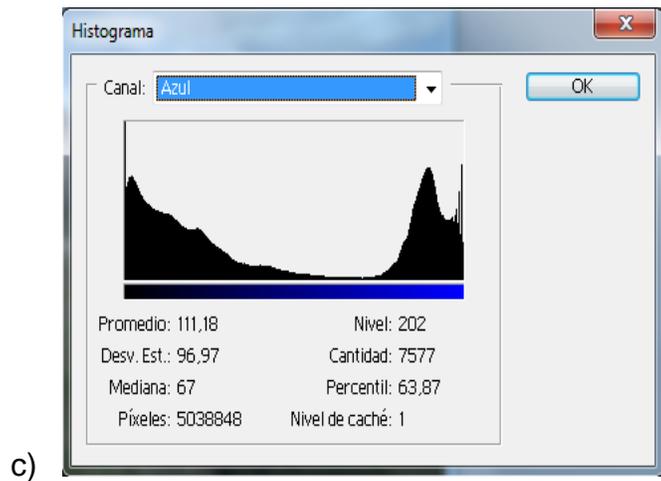
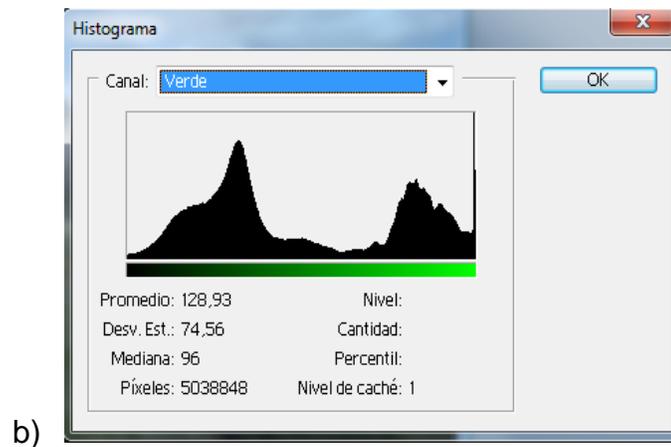
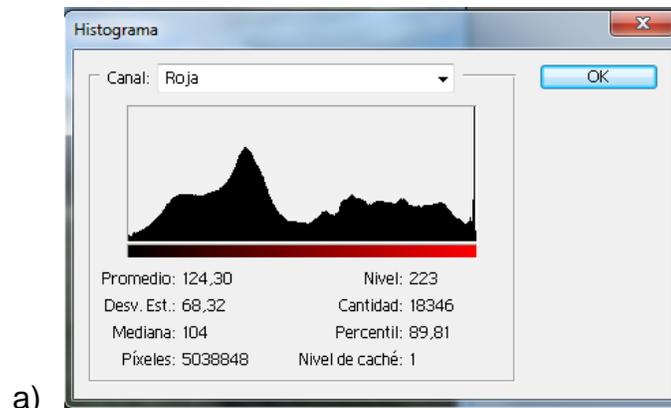


Figura 3.5: Histograma de los colores rojo, verde y azul de la fotografía del terreno tomada desde el mirador 2.



Figura 3.6: Impacto visual cromático pixel a pixel en la escala de gris de la fotografía tomada desde el mirador 2 (cero no impacto, uno máximo impacto).

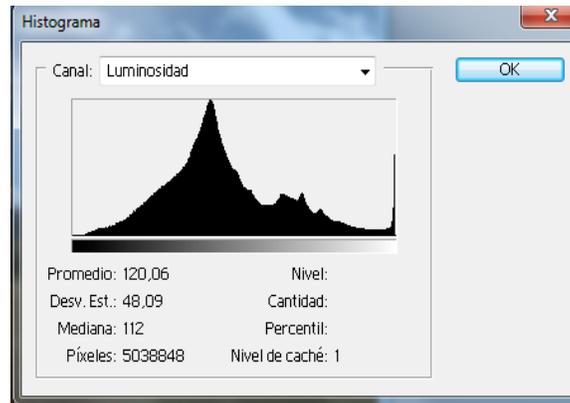
3.8 Análisis de la iluminación

Dada la estrecha relación existente entre luz y visión parece evidente que la forma en que esté iluminado un paisaje puede modificar la percepción del mismo. Las condiciones de iluminación de una determinada escena, aparte de variar con la situación atmosférica y meteorológica, sufren modificaciones periódicas estacionales y diarias; entre estas últimas destacan por su importancia las que se refieren a la posición de la fuente de luz (Bastola, 2010):

- Luz frontal (detrás del observador y frente al objeto observado): reduce las sombras al mínimo, lo que produce un achatamiento aparente de las superficies y pérdida de perspectiva, pero permite apreciar bien los colores que aparecen más claros y brillantes así iluminados.
- Luz lateral (entre el objeto y el observador en posición lateral): favorece los contrastes de luz y sombra realzando las líneas, la textura y la sensación de visión en relieve.
- Luz posterior (detrás del objeto): deja generalmente la cara del objeto en sombra, con lo que su superficie pierde contraste interno y su silueta se acentúa.

A continuación se muestran los histogramas de la luminosidad de las fotografías tomadas desde los miradores 1 y 2 (figura 3.7).

Mirador – 1



Mirador – 2

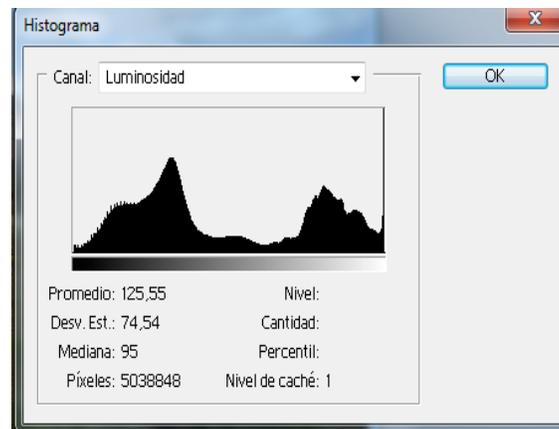


Figura 3.7: Histograma de la luminosidad de la fotografía de la cantera tomada desde los miradores 1 y 2.

Según el análisis de las Unidades de Paisaje realizados mediante la valoración de la calidad y la fragilidad visual de la misma se concluyó que el paisaje del Yacimiento Cerro Calera Bariay tiene baja calidad alta y moderada fragilidad visual.

Mediante la comparación de los resultados obtenidos de las características de la cuenca visual y el análisis de la distancia, visibilidad, topografía, color, textura y la luminosidad se concluyó que el impacto visual es bajo desde el mirador 1 y es moderado desde el mirador 2.

Se considera que existen las condiciones para la conservación del paisaje durante la explotación del yacimiento Cerro Calera Bariay, pero se deben de complementar e intensificar las medidas para la preservación del paisaje por lo que es necesario tener en cuenta una serie de medida para los trabajos futuros.

3.9 Análisis de la textura

Es la manifestación visual de la relación entre luz y sombra motivada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto. Esta propiedad de los objetos puede extenderse al paisaje, en el que la textura se manifiesta no sólo sobre los objetos individualizados sino también sobre las superficies compuestas por la agregación de pequeñas formas o mezclas de color que constituyen un modelo continuo de superficie. En la composición escénica cada una de estas partes no aparece como un objeto diferenciado sino integrado en una superficie. Así, si se observa un bosque a cierta distancia no será posible distinguir cada uno de los árboles como objetos individualizados, sino que la masa se percibirá como una superficie más o menos continúa con irregularidades o variaciones internas producidas por la agregación indiferenciada de las copas (Bastola, 2010).

La textura puede caracterizarse por su:

- Grano (fino, medio o grueso): Tamaño relativo de las irregularidades superficiales (la textura de una masa de coníferas será gruesa frente a la de un pastizal).
- Densidad: Espaciamiento de las variaciones superficiales (un arbolado disperso, la dehesa de encina, produce una textura distinta que una formación cerrada de la misma especie).
- Regularidad: Grado de ordenación y homogeneidad en la distribución espacial de las irregularidades superficiales (en hileras, al azar, uniforme, en grupos).
- Contraste interno: Diversidad de colorido y luminosidad dentro de la superficie.

Teniendo en cuenta los criterios antes expuestos podemos decir que la textura de la zona es diversa de colorido y luminosidad dentro de la superficie, contrastado por la diferencia cromática entre la vegetación típica y los mogotes.

3.10 Análisis de la topografía

La forma topográfica del paisaje influye mucho en el interés del observador. Dependiendo de la forma de ser el observador puede preferir terrenos montañosos

y abruptos (personalidad) abierta, con interés por lo oculto y lo desconocido, sin temor) o llanuras abiertas (timidez) (Bastola, 2010).

El estudio de la topografía se puede enfocar desde diversos puntos de vista. Analizar la forma del campo visual, si es un valle cerrado, o por el contrario, se divisa una gran panorámica, permite comparar dos parajes distintos. El inconveniente es que la alteración introducida debe ser muy grande para que este parámetro detecte el cambio. Una labor minera puede llegar a ser de tales proporciones que cambie la fisonomía total de un paisaje, aunque para la mayoría de los observadores, situados a cierta distancia, el cambio no es grande como para ser detectado así.

En este trabajo de diploma se utilizaron los perfiles topográficos y vista en 3D del yacimiento para el análisis de la topografía con el uso de herramientas informáticas como GOOGLE EARTH 2017, GEOSIG, AutoCAD CIVIL 3D 2014. Para lo cual se realizaron siguientes actividades.

- Obtención de la imagen de satélite del GOOGLE EARTH 2017 de la cantera Cerro Calera Bariay.
- Realización del mapa topográfico sobre la imagen de satélite con la utilización del AutoCAD CIVIL 3D 2014.
- Obtención de los perfiles del mirador 1 y mirador 2.
- Determinación de las características de la cuenca visual desde los miradores 1 y 2.

Según el análisis de la topografía se dedujo que el relieve de la cantera es ondulado con varias depresiones y taludes dejados por la minería, lo cual produce una irregularidad en el relieve del mismo.

3.11 Medidas a tener en cuenta para preservar la calidad visual del paisaje en la cantera Cerro Calera Bariay

- ✓ Planificación de la explotación

Una buena planificación permite ocultar, en mayor o menor grado, la alteración a los posibles observadores. Se deben utilizar todas aquellas características del terreno que pueden ayudar. Así, explotar un macizo desde el lado opuesto a

donde se encuentran los observadores, permitirá que éstos no vean el frente de explotación ni las labores, percibiendo tan sólo la disminución de dicho macizo. El inconveniente de este sistema es que el mineral no se encuentra donde convendría que estuviera. Debido a ello es muy frecuente el que no sea posible comenzar la labor por otra vertiente. En este caso será conveniente ir revegetando la zona que deja visible el avance de la explotación. La zona descubierta para los observadores será menos impactante que si se viera el frente de explotación denudado. El pequeño talud que se deja ente los observadores y la plaza de la mina permite ocultar a éstos, la zona de extracción junto con la maquinaria, permitiéndoles sólo ver la zona ya restaurada (figura 3.8).

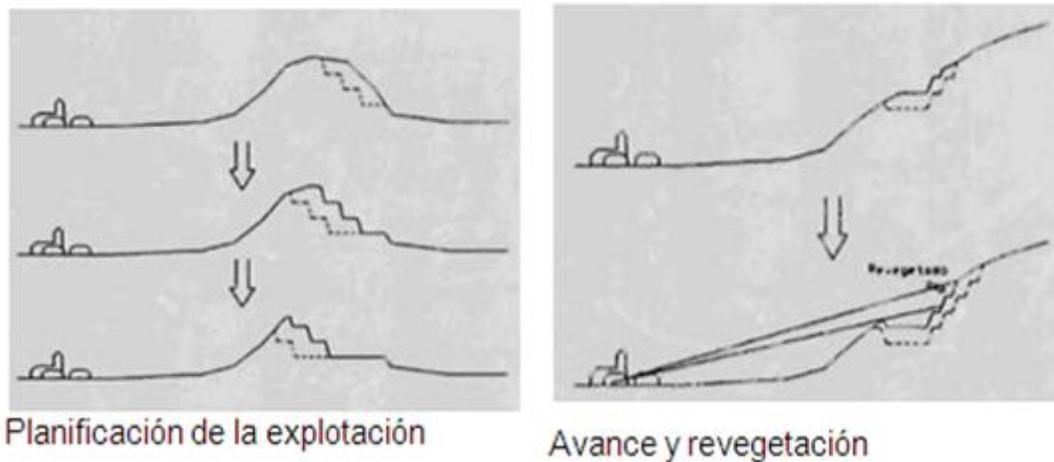
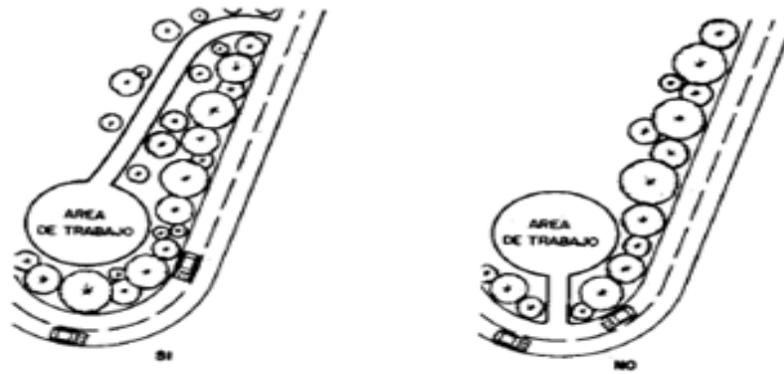


Figura 3.8 Ocultación mediante la planificación de la explotación.

✓ Accesos sinuosos

El acceso a la mina no es aconsejable que sea muy directo. De ser así los observadores verían fácilmente la plaza de la mina con toda la maquinaria y los frentes. Para evitar este inconveniente se debe hacer el camino de entrada más sinuoso, aprovechando la vegetación y la topografía existente.

En la (figura 3.9) se puede observar como en el caso de la derecha la plaza de la mina es bien visible para cualquier persona que circule por la carretera, mientras que si el acceso se realiza según el diseño de la izquierda la masa de árboles y el mismo terreno hacen de pantalla visual natural.



Accesos

Figura 3.9 Ocultación por accesos sinuosos

- ✓ Orientación de los frentes y dirección de avance

Los frentes orientados de tal manera que los observadores vean en primer plano la actuación de la maquinaria; son mucho más dañinos que si la dirección del avance permite observarlos lateralmente, ocupando mucho campo visual. Si además, el avance se simultánea con la revegetación, para el observador, las zonas dañadas por la mina se irán recuperando progresivamente, disminuyendo el tiempo, en el que son visibles las labores desde un mismo punto (figura 3.10).

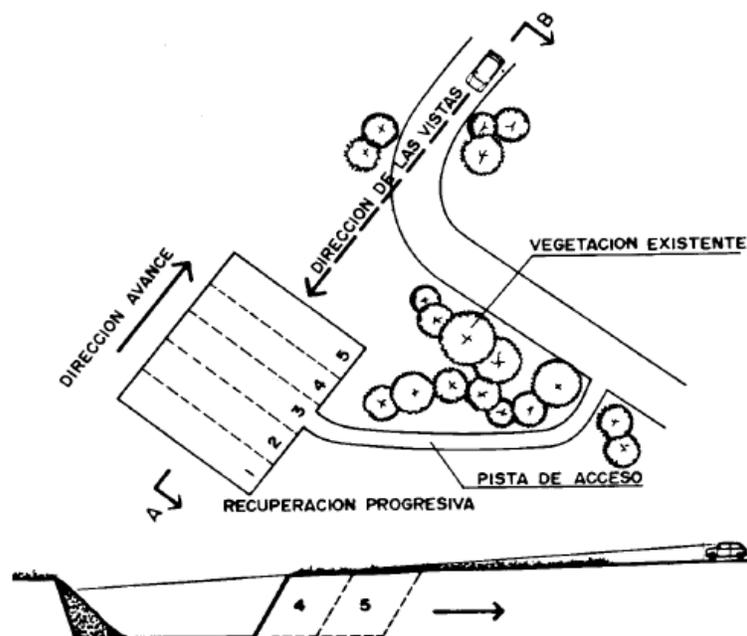


Figura 3.10. Orientación del frente de trabajo perpendicular al eje de visión de un observador situado en una posición dominante.

- ✓ Barreras visuales artificiales

Cuando la vegetación y la topografía no ayudan, es posible utilizar barreras visuales artificiales como masas de arbolado y dunas de tierra. De esta manera se podrá ocultar la zona de explotación a los posibles observadores. En la figura 3.11 es evidente que para los observadores que utilizan la carretera, en el primer caso la escombrera es totalmente visible. En cambio, si se coloca arbolado esta visión desaparece. Ante el inconveniente de la altura necesaria en los árboles para tapar toda la escombrera la solución está en acercar la barrera visual a la carretera, aumentando ésta su efectividad.

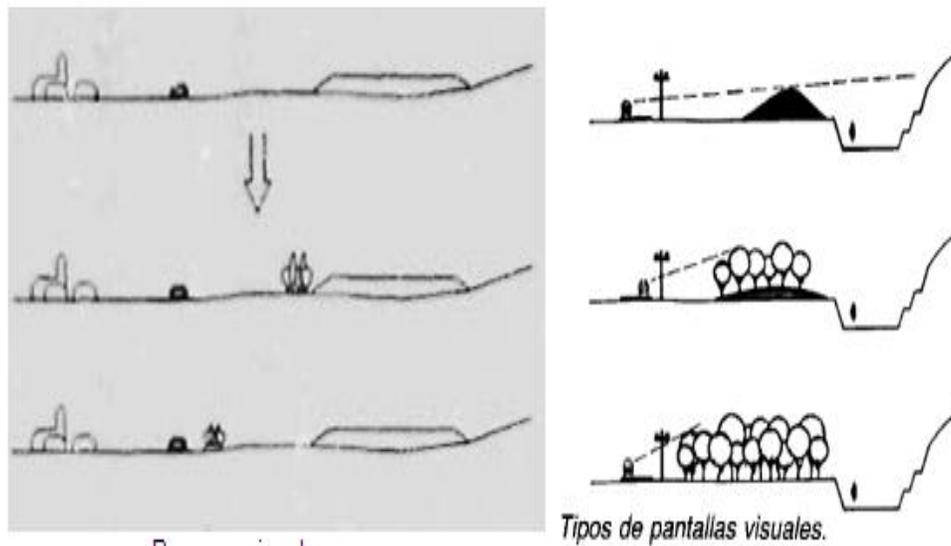


Figura 3.11. Apantallamiento con el terreno y revegetación.

✓ Remodelado final

Una vez que se van a abandonar las labores, es conveniente perfilar las bermas y los taludes, intentando suavizar las líneas. Para ello y mediante voladuras en cráter se pueden abrir hoyos donde posteriormente se plantan los árboles. Como paso final se debe descabezar los taludes, buscando una geometría más natural. A la hora de colocar arbolado es importante la homogeneización con el entorno, no cayendo en la saturación del mismo. En la (figura 3.12) se puede observar como un paso intermedio entre la nula colocación de arbolado y la saturación del mismo es más homogéneo con el entorno existente. De esta manera la antigua escombrera no destacará ni por su defecto de arbolado con respecto al terreno circundante, ni por su exceso del mismo.

Este último supuesto es muy común debido a la asociación de recuperación de impactos con revegetación. No se debe buscar reproducir un medio natural lo más desarrollado posible, sino, y valga la redundancia, lo más natural posible, que se asemeje a la situación previa.

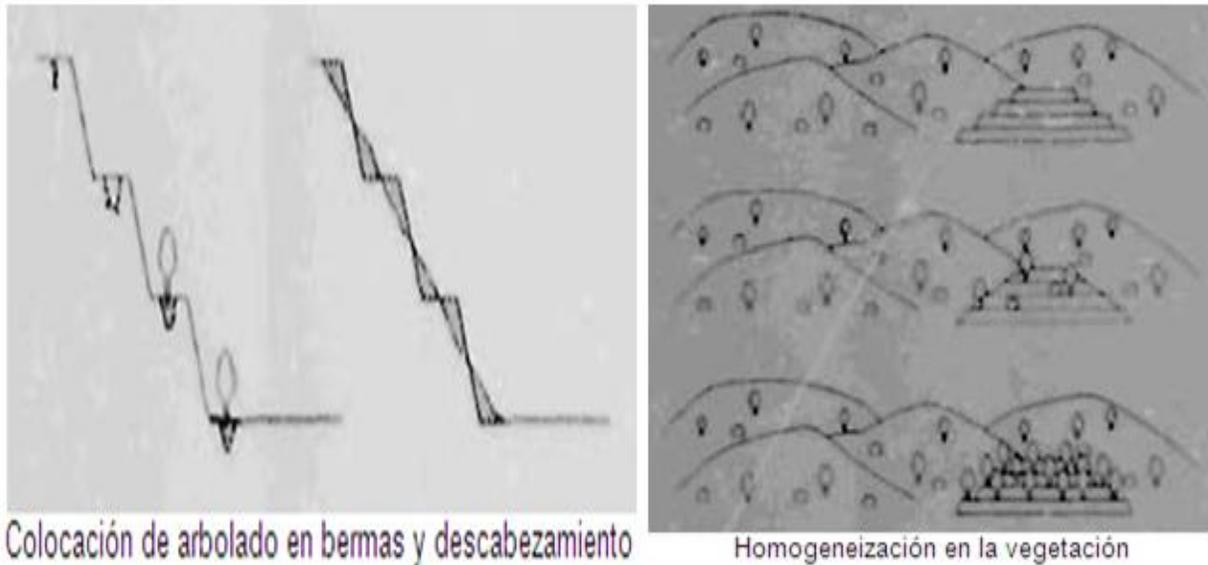


Figura 3.12. Remodelación de las bermas y taludes

✓ Reutilización del hueco

Si es imposible restaurar el terreno hasta una situación más o menos equilibrada, siempre cabe la posibilidad de reutilizarlo para otras actividades que sean aprovechables por la comunidad. Un lago artificial de recreo, campos de golf, o escuelas de escalada, son algunas de las posibilidades que, con imaginación brindan los terrenos dejados por una explotación minera.

✓ Acondicionamiento de escombreras

Las escombreras tienen su principal problemática en el diseño inicial, puesto que cuando no se ha previsto su integración paisajística, su remodelación resulta compleja.

Debe intentarse reproducir la forma natural de las estructuras geomorfológicas del entorno para alcanzar la máxima integración de la escombrera en el paisaje. Al mismo tiempo, la ubicación tiene que haber sido elegida de forma que se eviten los problemas producidos por colapso de la estructura, avenidas de agua, aguas de escorrentía, etc., permitiendo una sencilla manipulación de los materiales,

optimizando la distancia de transporte y evitando que pueda incidir en el futuro avance de la explotación.

Puede realizarse la integración paisajística de la escombrera aplicando las técnicas siguientes:

Ocultación, en depresiones del terreno, tras resaltes, etc., de modo que no pueda ser vista desde zonas pobladas o de tránsito. Normalmente esta posibilidad se aplica en el diseño de nuevas escombreras en el caso de las ya existentes, resulta costoso puesto que ello implicaría su traslado. Otra alternativa para ocultarla consiste en crear una barrera de vegetación en el perímetro exterior de la escombrera para que actúe de pantalla.

Remodelación, aplicando las siguientes reglas visuales (figura 3.13):

- Una masa alargada y de poca altura produce menos impacto visual que otra estrecha y alta, puesto que el ojo humano percibe más las dimensiones verticales que las horizontales.
- El material distribuido sobre una ladera en pendiente hace que la parte más alejada se aprecie como de menor masa aparente.
- Debe evitarse que la altura de la escombrera sobrepase la línea del horizonte.
- El efecto visual de las superficies redondeadas es menor que el de las líneas y cortes rectos que no hacen sino acentuar formas y volúmenes.
- Si resulta posible, apoyar la escombrera sobre una ladera, el efecto visual se reduce ya que se reproducen, en lo posible, las pendientes, formas y líneas naturales del terreno.
- Las litologías con colores fuertes y llamativos (por ejemplo limonitas) intensifican y agravan las sensaciones ópticas al contrastar con el colorido suave de los suelos y vegetación natural.
- El diseño de bermas o terrazas ayuda a controlar la erosión, la estabilidad y el acceso a las diferentes áreas.
- Una correcta modelación del talud del depósito permite prevenir deslizamientos y evitar la acción erosiva de las aguas de escorrentía.

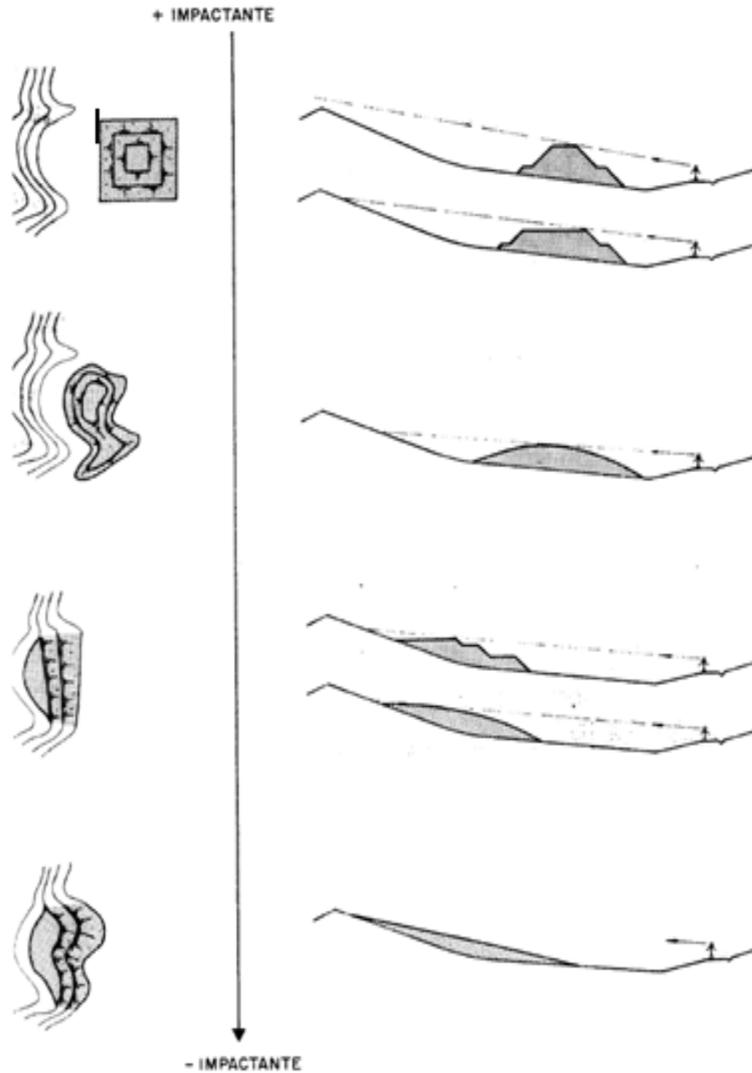


Figura 3.13. Diseños posibles de una escombrera, de mayor a menor impacto visual.

Además se recomiendan las siguientes medidas para conservar la calidad visual:

- Evitar grandes áreas de sembrado en formas geométricas, ya que éstas crean contrastes antiestéticos con las formas y líneas naturales del paisaje.
- Evitar los límites de plantaciones perpendiculares o paralelas a las curvas de nivel (figura 3.14) y sustituirla por formas diagonales que tienen un efecto más agradable (figura 3.15).



Figura 3.14. Plantación perpendicular a las curvas de nivel

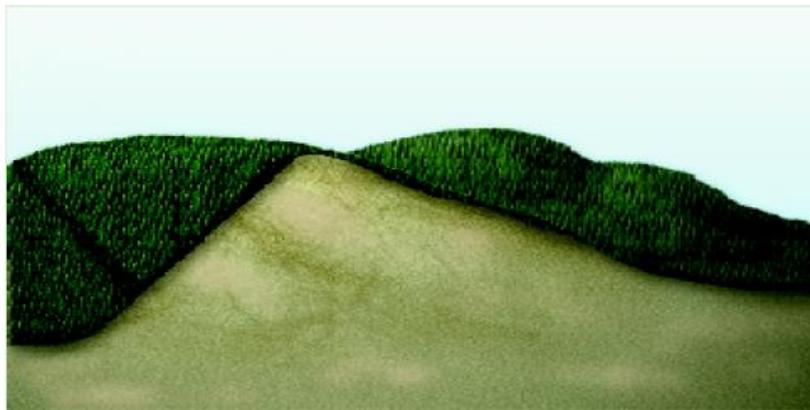


Figura 3.15. Plantación en forma diagonal.

- Mantener la vegetación en los bordes del camino, especialmente aquellos de grandes taludes de corte, de manera de evitar que sean visibles desde lugares lejanos y sectores de gran amplitud visual (Figura 3.16).

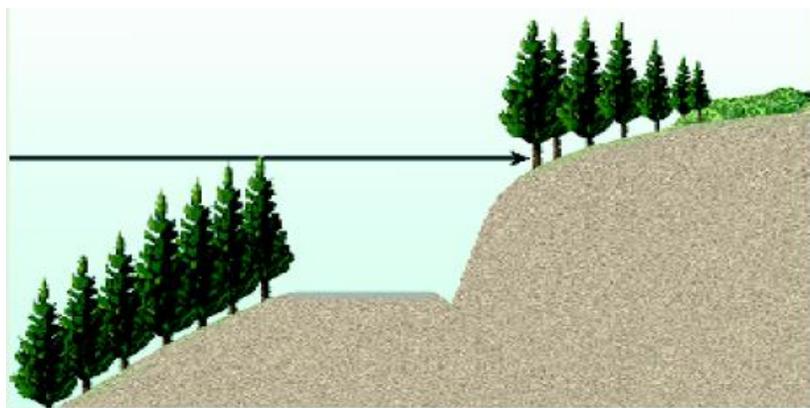


Figura 3.16. Vegetación en los bordes del camino.

Conclusiones

1. La evaluación de forma cuantitativa y cualitativa demostró que el impacto visual generado por la actividad minera en el yacimiento Cerro Calera Bariay presenta una tendencia de moderado a bajo.
2. Se aprecia que para identificar, predecir y evaluar el impacto visual, el uso de herramientas informáticas constituye un factor fundamental para garantizar la confiabilidad de los resultados.
3. Los valores de calidad y fragilidad visual que se obtienen como resultado muestran ser elementos de peso a tener en cuenta durante el diseño de un proyecto minero si se considera que dichos elementos pueden decidir en la conservación o modificación del proyecto de cualquier actividad u objeto dentro de la mina en aras de minimizar el impacto visual.

Recomendaciones

1. Tener en cuenta las medidas para preservar la calidad visual del paisaje en el yacimiento Cerro Calera Bariay.
2. Aplicar el sistema de información geográfica (SIG) para el análisis de los componentes del paisaje.

Bibliografía

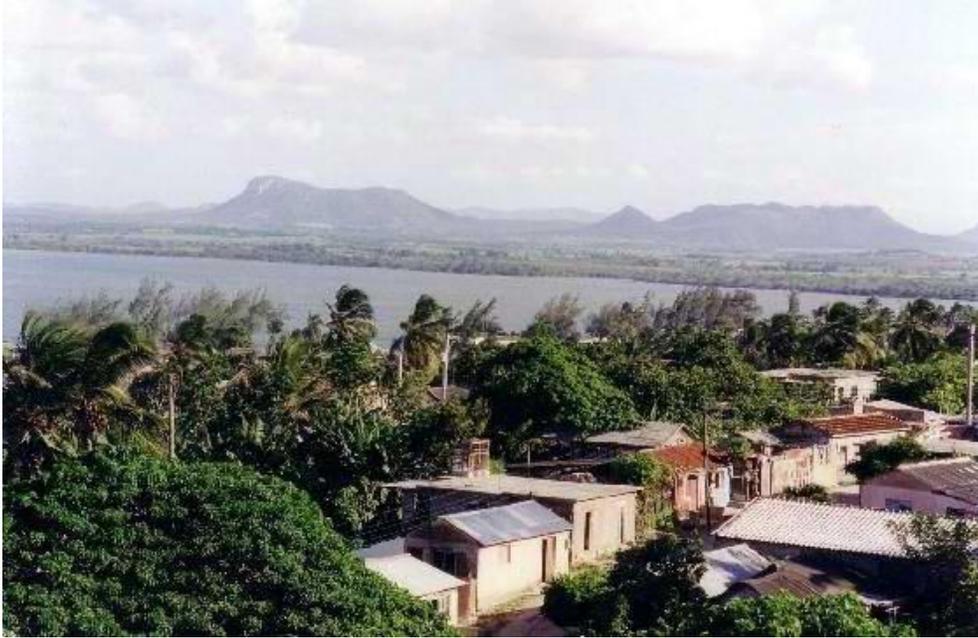
1. Alianza mundial del derecho ambiental. Guía para evaluar EIAs de los proyectos mineros. 2010.
2. Aguilo, M. Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de caminos. Universidad Politécnica de Madrid, 1981.
3. Antuña, B; y Faustino, J. La organización de los espacios hulleros asturianos. Tesis Doctoral. 2004.
4. Aguilo, M. Unidad Docente de Planificación y Proyectos de la Escuela de Ingenieros de Montes de Madrid, 1993.
5. Bastola, S. Impacto visual generado por la explotación minera en el yacimiento Punta Gorda. Trabajo de diploma Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2010.
6. Dos Santos, A. Proyecto de explotación de la cantera Cerro Calera Bariay. Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, 2016.
7. Del Álamo, F; y Luis, Y. Contribución a la metodología de Evaluación del Impacto Visual en Explotaciones Mineras de Superficie. Tesis Doctoral, 1995.
8. Dunn, H. USDA Forest Service public el manual "The visual managementsystem".1974.
9. Escribano, M. El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid, España, 1991.
10. Fernández, I; Legrá, Y; y Bastola, S. Impacto visual generado por la explotación minera en el yacimiento de Punta Gorda. Instituto Superior Minero metalúrgico de Moa, 2016.
11. Ferrer, Y; Jabit, N; Carcasés, M; y Carmenate, Y. Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de Materiales de la construcción Inagua. 2013.
12. Fombellida, A. En Rafael Freire, palpita un compromiso histórico. Prensa, 2012.

13. Godínez, C; y Córdova, R. Manual de gestión empresarial. 2008.
14. González, A; y César, J. Posibilidad de rehabilitación paisajística de zonas mineras en la zona atlántica. Asociación Española de Ingeniería del Paisaje. Libro de ponencias del segundo congreso nacional de ingeniería del paisaje, 1997.
15. Gutiérrez, J; y Mazadiego, R. Programa informático para determinar la alteración e impacto visual que la minería de superficie puede originar en el paisaje. Universidad Politécnica de Madrid, 1996.
16. Instituto tecnológico Geominero de España. Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en la minería. 1989.
17. Lange, E. Impacto generado por modificaciones antrópicas en el paisaje. 1994.
18. Lewis, P. Empleo de la fotografía e imágenes diseñadas en CAD (simulación híbrida). Escuela de Arquitectura de Gales, 1996.
19. Ley 76 de Minas. 1995.
20. Ley 81 del CITMA. 1981.
21. Muños, A. Guía de estudio de paisaje. Generalitat valenciana, 2012.
22. MOPTMA. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. 2004
23. NC 93-06-101. 1987.
24. NC 93-05-202. 1988.
25. NC 23. 1999.
26. NC 66. 2000.
27. Orland, M y Radja, E. "Beauty". Programa informático. Universidad de Illinois, 1996.
28. Pedreros, A. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. 2004.
29. Rojas, A. El paisaje que subyugó a Colon. Prensa, 2015.
30. Rollan, L; y Nieves, T. La cuenca minera de Río Tinto. Marco territorial y bases para su reconversión y desarrollo. Tesis Doctoral. Sevilla, 1999.
31. Sanz, G. La cuenca visual en el estudio del paisaje. 1996.

32. Sempre, A. Estudio de impacto ambiental y de paisaje. Proyecto Básico de vivienda unifamiliar aislada, España, 2014.
33. Shafer, M; y Brush, J. Estudios de fotografías y paisajes naturales. 1977.
34. Steinitz, W. Modelo de calidad visual. Universidad de Harvard, 1974.
35. USDA Soil Conservation. Manual para establecer prioridades en el paisaje.1978.
36. Vinet, M. Geología para todos. 2007.
37. Vitora, L; y Vicente, R. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 2000
38. Xiomara, M. Metodología para la rehabilitación de áreas degradadas por la minería en el Yacimiento Punta Gorda. Tesis de Maestría. 2004.

Anexos

Anexo 1. Poblado de Santa Lucia



Anexo 2. Vista de la silla de gibara



Anexo 3. La Mesquita



Anexo 4. Playa Pesquero



Anexo 5. Hotel Playa Pesquero



Anexo 6. Marina internacional Vita



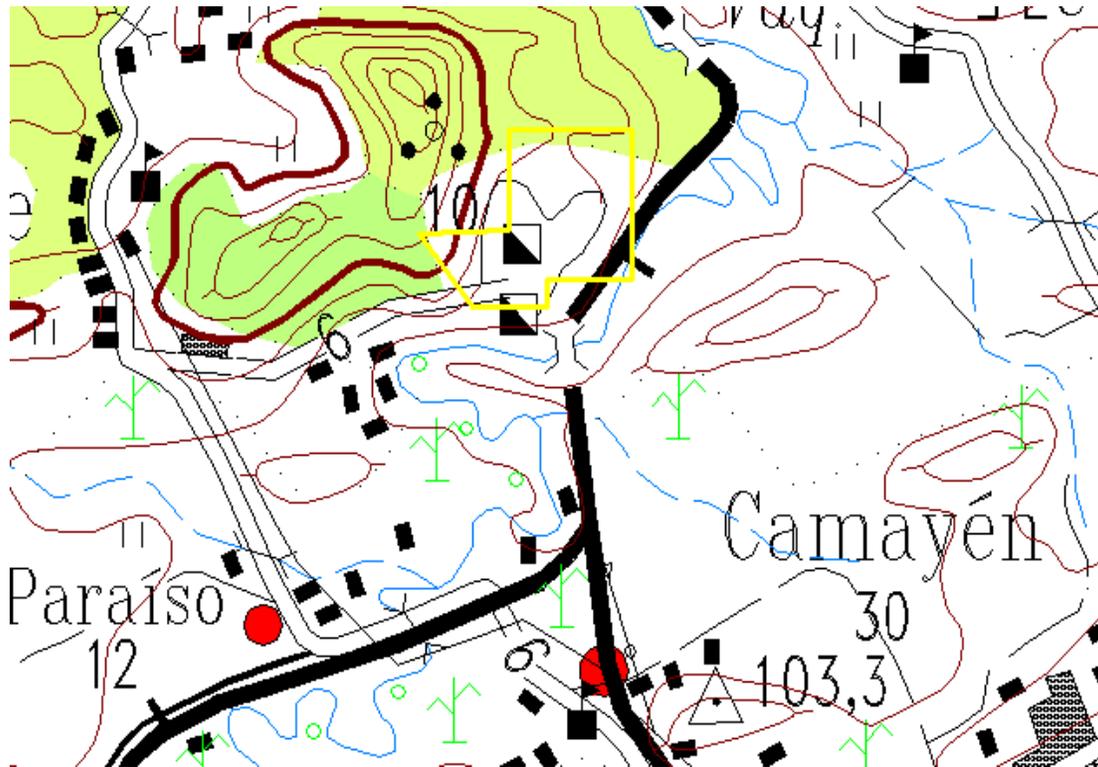
Anexo 7 Unidades de paisaje



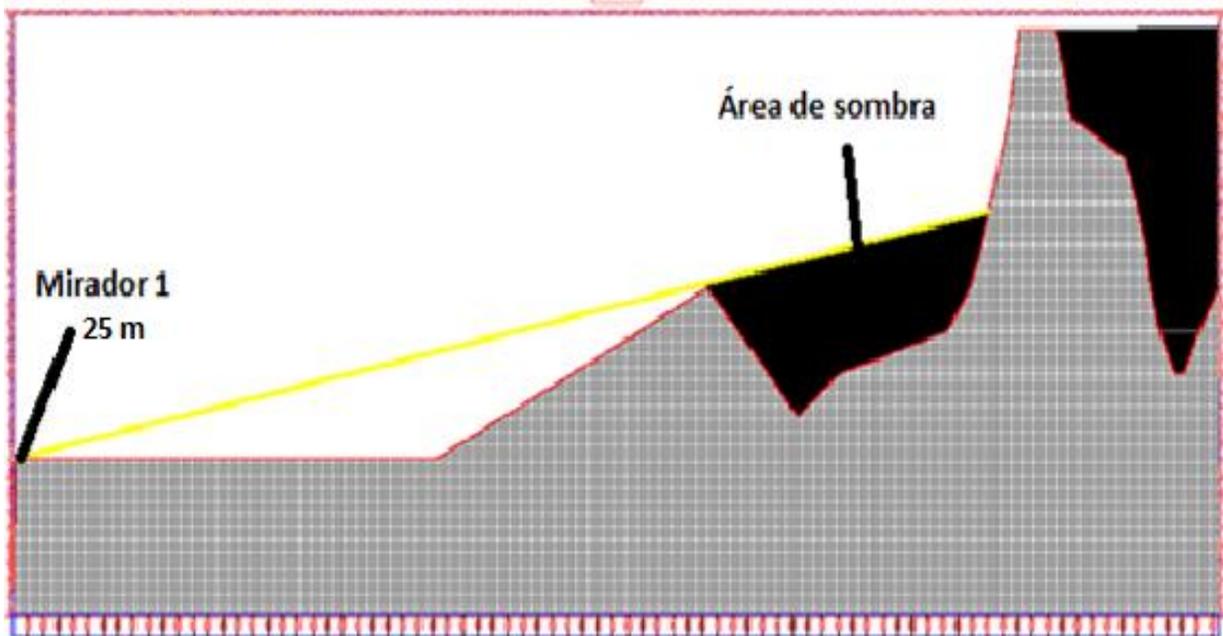
Anexo 8. Costa de Freyre (Bariay)



Anexo 9 Puntos de observación



Anexo 10 Perfil de compacidad de Paraiso



Anexo 11 Perfil de compacidad de Camayén

