

Exploración de la Tierra usando la Percepción Remota: La Serena

Ron Probst¹
Proyecto ASTRO-Chile
Abril 2006

1. Introducción

En este laboratorio, los estudiantes van a explorar la zona de La Serena-Coquimbo por medio de la **Percepción Remota**. Esto significa utilizar datos obtenidos desde un lugar (el “blanco”) sin tocarlo físicamente, para aprender sobre este. Un ejemplo común es el uso de imágenes de la superficie de la Tierra, obtenidas desde aviones o desde satélites, para explorar lugares de difícil acceso. **La Percepción Remota** se usa también para aprender cosas sobre otros planetas, usando imágenes de telescopios, satélites, o vehículos autónomos que aterrizan en las superficies de estos.

Imágenes del blanco podrían tomarse en luz visible, lo cual mostraría los colores que podríamos ver si estuviéramos en ese mismo lugar. Estas se llaman imágenes de **color verdadero** o **color natural**. Alternativamente, las imágenes pueden ser tomadas en ondas de luz fuera del rango de la visión humana, elegidos para obtener informaciones específicas. En este caso la imagen muestra el **color falso**. Las ondas invisibles al ojo se exhiben en colores que el ojo puede ver, pero la imagen que resulta no representa los colores que veríamos si nosotros estuviéramos en el lugar (en el blanco).

En este laboratorio utilizaremos imágenes de los alrededores de La Serena y Coquimbo obtenidas desde el satélite Landsat 5. Los satélites Landsat usan percepción remota para caracterizar el medio ambiente de todas las partes de la Tierra, y para monitorear los cambios medio ambientales producidos en el planeta. Las imágenes incluyen las de color verdadero y las de color falso. Ya que el propósito del satélite fue detectar características de gran escala, y cambios sobre regiones extendidas, hay detalles que faltan en ellas.

Las informaciones en estas imágenes tienen un grado de incertidumbre. La imagen puede ser borrosa y puede que distintos tipos de superficies u objetos puedan exhibir el mismo color y forma. Un componente importante de la ciencia de la **La Percepción Remota** es el uso de la **verificación en terreno** para comprender el contenido de una imagen. “Verificación en terreno” significa visitar el blanco en persona, para efectuar comparaciones entre lo que existe realmente allá y su apariencia en una imagen. En este laboratorio, la verificación en terreno se origina del conocimiento personal que las personas tienen acerca del sitio observado — en este caso, porque los estudiantes viven en el.

A veces se usa verificación en terreno en un blanco fácilmente accesible, para comprender imágenes de un blanco inaccesible. Este es un modo a través del cual imágenes del planeta

¹ Con ayuda en la traducción al parte de Antonieta Garcia (Gemini) y Carmen Gloria Jiménez (ULS)

Marte, obtenidas desde satélites y vehículos remotos en su superficie, se interpretan por medio de comparaciones con rasgos terrestres (cañones, montañas, etc.). No podemos ir a otro planeta en este laboratorio, pero podemos explorar otro lugar de la Tierra. En el último capítulo, vamos a explorar una región en el estado de Arizona, EE. UU., usando imágenes del Landsat. Hay estudiantes en Arizona que están realizando un laboratorio similar, primero en sus propios alrededores y finalmente usando imágenes Landsat de Chile. Al finalizar, cada grupo usará “robots” en el otro lugar para tomar fotos digitales de rasgos misteriosos o confusos en las imágenes Landsat y así clarificar sus interpretaciones.

2. Orientación y escala

Este laboratorio incluye dos imágenes Landsat de la zona La Serena-Coquimbo. Una de éstas es en color falso, y la otra en color verdadero. Estas imágenes en color están disponibles en su computador, y también hay copias blanco y negro en papel. Más tarde, vamos a explorar el sentido de los colores falsos. Ahora vamos a concentrarnos en usar las imágenes que tenemos como *mapas* y determinar su orientación (cual dirección representa norte, etc.) y su escala (qué tan grande una es en papel, una distancia real), e identificar varios puntos mayores en el paisaje.

Empezaremos con la Figura 1, La Serena en Color Falso. Esta imagen representa una región de 32 kilómetros de izquierda a derecha y de 24 kilómetros de arriba a abajo. Se muestran grandes rasgos de la geografía de la zona de La Serena y Coquimbo, y el área urbana entre ambas ciudades, que son las regiones de color gris-morado en la parte izquierda de la imagen.

2.1 Como la mayoría de los mapas, esta imagen tiene Norte por arriba, Sur por abajo, Este por la derecha, y Oeste por la izquierda. Marque estas direcciones en las posiciones correspondientes en su copia de papel.

La zona urbana está delimitada por los Andes al Este, y el Mar Pacífico al Oeste. Las áreas montañosas aparecen accidentadas y arrugadas en la imagen. La Ruta 5 Panamericana, va de norte a sur por la zona urbana.

2.2 Indique en su copia de papel, donde están las montañas, el mar y la Ruta 5.

El río Elqui cruza la imagen de izquierda a derecha (oeste-este). Quebrada de Santa Gracia entra desde la derecha superior (noreste).

2.3 Marca el río Elqui y Quebrada de Santa Gracia en su copia de papel.

Rodeando los contornos de la imagen, hay una red de líneas por que la dividen en bloques. Esta red está acompañada de letras (A-N) en dirección de arriba a abajo, y con números 1-19 de izquierda a derecha. Esta red se usará para localizar puntos específicos en la imagen.

El Cerro Grande (donde hay muchas antenas de radio y TV) es una cima aislada en la posición J-9 de la red, cerca del centro de la imagen. Usaremos esta para practicar con la red.

2.4 Encontrar bloque J-9 en la imagen. Marca aquí cuando estés seguro de haberla encontrado

La imagen tiene un tamaño de 32 kilómetros de este a oeste, dividido, por 19 1/2 divisiones en la red hacia arriba. Úselo como escala para medir distancias en la imagen.

2.5 Cual es la distancia, en kilómetros y en metros, que corresponde a una sola división de la red? _____ km o _____ m

2.6 Usando la red como regla, determina: ¿cuál es la distancia en kilómetros desde el centro de La Serena hasta el centro de Coquimbo? (El centro es la parte morada más oscura de cada ciudad. Medir la distancia en línea recta.)

2.7 ¿Cuál es la longitud de la playa, desde el puerto de Coquimbo hasta el Faro en la desembocadura del río Elqui? Medir la distancia por la curvatura del contorno de la playa.

2.8 La playa es muy popular, llena de turistas en el verano. Si hubiera una familia de cinco turistas sentados en sus toallas cada 3 metros por su largo total (calculado en 2.7), ¿cuántas personas habría sentadas en la playa? Muestra tus cálculos.

Esta imagen está compuesta por muchos pequeños cuadrados que se llaman *pixeles*. Veamos ahora el tamaño de un pixel en el suelo.

La distancia por Avenida Amunategui desde la Ruta 5 hasta el Faro, es de dos kilómetros. Esta ubicación está en el límite entre la divisiones G y H, y corre desde el 6 hasta el 7 en la red, en la Fig. 1. Encuentra esta sección de la Avenida Amunategui, y acerque la imagen hasta que los pixeles individuales sean fáciles de ver.

2.9 Cuenten los pixeles en la imagen en estos dos kilómetros de largo. ¿Cuántos pixeles hay en un kilómetro?

2.10 Hay 1.000 metros por kilómetro. ¿Cual es el tamaño de un pixel en metros? _____ m

Se puede detectar algo más chico que un pixel, pero no se pueden ver detalles en él—se torna borroso hasta que se llena el pixel total. El tamaño de un pixel marca el límite de detalle detectable.

2.11 Enumerar tres cosas en sus alrededores que son mucho más grande que Ud., pero más pequeñas que un pixel en esta imagen. En la imagen usted no puede ver ningún detalle en cosas de este tamaño.

3. Relieve

Se denomina *relieve vertical* a las variaciones en altura de objetos y terrenos. Es fácil estimar el relieve desde el terreno mismo. Podemos ver fácilmente, que las casas son más altas que las personas, los árboles más altos que las casas, y que las montañas son mucho más altas que un edificio grande.

No obstante, puede ser difícil determinar el relieve en imágenes Landsat. El por qué de esto se debe a que se obtienen desde arriba, y con el Sol lo mas arriba posible en el cielo. Entonces las cosas chicas no muestran sombras; y justamente son las sombras las principales pistas sobre la altura cuando se analizan imágenes desde arriba. Sólo en los rasgos grandes como montañas, las sombras aparecen lo suficiente como para denotar un relieve en la imagen Landsat que se usa en este ejercicio.

Examinar las zonas montañosas en Fig. 1.

3.1 ¿Por donde piensa usted que se encuentran las montañas más altas en la Fig. 1?

3.2 Anota la posición de un área que parezca ser más baja que las montañas, pero más alta que el valle.

Cuando ustedes están al aire libre en un día soleado, sus sombras se proyectan en el lado opuesto del lugar donde está el sol. Observar hacia que lado se proyectan las sombras de las montañas.

3.3 ¿Desde cuál dirección alumbraba el Sol cuando se tomó esta imagen?

3.4 De su conocimiento personal, ¿es montañosa la ciudad de La Serena? _____

¿Podría usted responder a esta pregunta con sólo examinar la imagen Landsat?

¿Por qué si, o no?

En terrenos menos escarpados que las montañas, pueden usarse indicios indirectos para determinar el relieve vertical. Por ejemplo, que el agua corra cuesta abajo. Examina el río Elqui y el valle alrededor de él.

3.5 Hacia cual dirección corre el Rio Elqui? _____

3.6 Entonces, ¿cuál es el parte más alta del Valle de Elqui en Fig. 1? _____

4. Color falso

Ahora investigaremos que podemos aprender de los colores en la Fig. 1. Es una imagen de color falso, formada por la combinación de tres imágenes en blanco y negro en (i), en luz visible azul-verde (ii), y en luz infrarroja apenas fuera del rango de la luz visible (*luz infrarroja cercana*), y (iii) luz infrarroja con onda de cuatro veces la de luz visible (*luz infrarroja media*). Los significados de los colores falsos son:

luz visible	→	azul en Fig. 1
luz infrarroja cercana	→	verde en Fig. 1
luz infrarroja media	→	rojo en Fig. 1

Estas longitudes de ondas fueron elegidas porque se sabe que ellas nos entregan datos sobre distintas cosas en la superficie de la Tierra; por ejemplo, presencia de vegetación, o de varios tipos de minerales en el suelo.

Los colores individuales indican la cantidad de luz del Sol reflejada por una superficie en cada longitud de onda. La luz reflejada es la que llega a sus ojos (o a las cámaras Landsat). La luz que no se refleja, es absorbida y desaparece. Por ejemplo, si un objeto refleja la mayor parte de la luz visible que la ilumina, pero absorbe las ondas infrarrojas, aparecerá de color azul brillante en la imagen de color falso de Landsat.

4.1 ¿Cuál color tendría un objeto en esta imagen, si este absorbe luz visible y luz infrarroja cercana, pero refleja luz infrarroja de longitud media? _____

4.2 ¿Cuál color tendría una superficie si absorbe toda la luz, en todas las ondas, y no refleja nada? _____

Ahora usaremos la “verificación en terreno”—su conocimiento previo del estado real de cosas en la imagen—para ver qué datos pueden ser obtenidos de los colores en la imagen.

La figura 2 es una imagen en color verdadero de más o menos la misma región que la Fig. 1. Aquí se muestran las cosas en los colores que tus ojos verían en la realidad. Se incluye ésta imagen como comparación, y para ayudar con la comprensión de la imagen en color falso.

Miren el área de color verde brillante cerca de H-13 en la Fig. 1. Muchas de las áreas de valle que se encuentran fuera de las ciudades son del mismo verde brillante.

4.3 Encontrar esta área en Fig 2. Esta área es de color similar, o no, en esta imagen de color verdadero?

4.4 ¿Qué clase de cosas cubren el terreno en el campo y parecen de color verde a tus ojos, o de color verdadero en Fig. 2?

La luz infrarroja cercana, representada como verde en la imagen en color falso, se refleja muy bien por la clorofila en las hojas de las plantas verdes. Entonces, cualquier tipo de planta—céspedes y pastos, árboles, arbustos, huertos, o cosechas de campo como papas—parecen de color verde brillante en las imágenes tomadas en color falso. No podemos siempre discriminar entre los distintos tipos de vegetación; sólo sabemos que un tipo u otro, o una mezcla, está presente. Nota, estas áreas no aparecían ante tus ojos de un color verde tan brillante —verde en esta imagen significa la presencia de ondas que, al reflejarse, no pueden ser vistas por el ojo humano.

Volvamos a la Fig. 1. Vamos a mirar las áreas rectangulares de color café rojizo en el G-12/13. Encuentra esas áreas en la Fig. 2 y haz una comparación entre las de color verdadero y las de color falso. Hay áreas similares en muchas partes de la Fig. 1.

4.5 ¿Qué son estas áreas? Piensa en su tamaño, forma, y ubicación.

La luz reflejada de onda infrarroja media, rojo en color falso, es sensible a los distintos minerales presentes en el suelo desnudo.

Vuelve de nuevo a la Fig. 1. Encuentre el área verde brillante en las montañas en el sector B-10. Encuéntrala también en la Fig. 2

4.6 Has una comparación entre la imagen de color natural de la Fig. 2, y la de color falso Fig. 1. ¿Son iguales? ¿Qué puedes concluir acerca de la vegetación que cubre el terreno en esta parte de la imagen?

A veces las imágenes obtenidas por medio de la percepción remota en color falso, pueden ser engañosas. Ya que la luz infrarroja cercana (verde en color falso) es reflejada tan fuertemente por la clorofila, color verde muy fuerte podría hacernos sobre estimar la presencia de vegetación, incluso cuando de hecho no haya mucha.

La Ruta 5 y muchas de las calles urbanas de la Serena están pavimentadas con asfalto. El asfalto es de color gris-negro en la luz visible.

4.7 ¿Qué colores tienen las calles en estas imágenes?

Fig. 1, color falso: _____

Fig. 2, color verdadero: _____

4.8 ¿Qué indican estos datos sobre la reflectividad del asfalto en rangos más allá de la luz visible, en la luz infrarroja?

El Mar Pacífico parece muy oscuro, casi de color negro, en la imagen del color falso.

4.9 ¿Qué nos dice esto sobre la reflectividad de agua en el rango de ondas representado aquí?

4.10 En la Fig. 1, ¿Contiene agua el río Elqui? ¿Como puede determinarse eso?

Como ya vimos en el punto 4.5, el tamaño, forma, y sitio son otros indicios que se podrían combinar con el color para determinar lo que se ve en una imagen de color falso. Acérquese al G-7 en la Fig. 1. Acá aparece una forma de bloque blanca adentro de un rectángulo oscuro, en pleno centro de la ciudad, y cercano a la Ruta 5.

4.11 Recordando el tamaño de un pixel. ¿Cuál es el tamaño aproximado de ésta forma blanca, en metros?

4.12 ¿Qué puede decir sobre su forma o contorno?

4.13 Está rodeada de un área oscura ¿Cuál es la sustancia que más probablemente la rodea —será agua, o asfalto? _____

4.14 Recopilando todos estos datos e inferencias, ¿Qué hay en este lugar?

Gran parte del centro urbano de La Serena está cubierto por casas y sus respectivos jardines, edificios de oficinas, tiendas, y calles chicas. Es un medio ambiente urbano típico.

4.15 ¿Cuál es el color dominante de ésta parte de la imagen en la Fig. 1?

Ya que todo lo de adentro de un pixel se pone borroso, éste color representa la reflectividad promedio de la mezcla de superficies encontradas en la ciudad—techos, jardines, calles, árboles, autos, etc.

Para concluir este capítulo, completa la siguiente tabla usando los resultados obtenidos en las actividades desarrolladas anteriormente. La tabla te servirá como una guía útil para trabajar en el siguiente capítulo, donde explorarás un lugar remoto. El ítem “*Color*” es la coloración que ves en Fig. 1, la imagen del color falso. Completa la segunda columna “*contorno*” usando descripciones como: circular, rectangular, largo y delgado, irregular, etc. La columna siguiente es la del “*tamaño*” el que se estima en metros (recuerda la escala por pixel determinado en 2.10.) No es necesario ser tan exacto, solo basta separar lo grande, lo mediano, y lo pequeño. La Columna “*Sitio*” trata de como se localiza algo en relación con otras cosas. El ítem “*Superficie*” se refiere a que tipo de superficie refleja luz para producir el color falso, y Finalmente la

columna “*blanco*” se trata de indicar lo que el objeto es en si, es decir identificar qué cosa es la que se está observando y describiendo. En la primera fila las 6 columnas han sido completadas, para darte un ejemplo de cómo llenar el resto de la tabla y también se dan indicaciones para completar varias de las otras partes de la tabla.

4.16 Tabla resumen de las actividades del capítulo 4.

Color	Contorno	Tamaño, meters	Sitio	Superficie	Blanco
Morado muy oscuro o negro	Linea delgada y recta	1000's	En zona urbana	asfalto	Calles, caminos
	Curvatura suave	1000's	Dentro de la ciudad	agua	mar
	Linea delgada y curvada	1000's	Detrás la ciudad	agua	rio
	irregular	100's - 1000's	montañas	No es superficie	sombra
Verde brillante	Color parejo	1000's	En el valle		
	irregular		En las montañas		
Blanco	rectangular				
Café rojizo					
Morado claro	En bloques		Zonas urbanas		

5. Investigación de un lugar remoto

En esta sección, Ud. va a usar lo que ha aprendido por medio de la exploración de un área a través de imágenes Landsat, y lo aplicará en un lugar remoto. Las Figuras 3 y 4 son imágenes Landsat en color falso de la zona cerca de Tucson, estado de Arizona, en los Estados Unidos. Tucson se ubica en el desierto de Sonora, el que se extiende hacia el sur dentro de México. Hay muchas similitudes entre Tucson y La Serena. Ambos se ubican en zonas de desierto, poseen minería y turismo como fuentes económicas, tienen una Universidad, y son centros de astronomía debido a sus cielos claros. Ud. explorará varios rasgos naturales y artificiales de Tucson, usando lo que ha aprendido sobre La Serena para determinar lo que se ve en Tucson.

Empezaremos con los rasgos geográficos de gran escala. La figura 3 cubre un área de 65 por 45 kilómetros, aproximadamente dos veces más grande que la zona de la Fig. 1 cerca de La Serena.

5.1 Indique las localizaciones generales de regiones montañosas en la Fig. 3. Ya que no hay un red rodeando esta figura, utilice términos generales como “en el medio a la izquierda” o “derecho abajo”.

5.2 Algunas de las montañas tienen áreas verdes brillantes en Fig. 1. ¿Qué piensa que estas podrían representar?

5.3 Encuentre un río en la imagen. Describa dónde está, y en cuál dirección Ud. piensa que corre el agua.

5.4 Cuando la imagen fue tomada ¿tenía agua este río? ¿Cómo puede llegar a determinarlo?

5.5 Encontrar un camino principal que pase por la ciudad y que atravesase completamente la zona, de manera similar a la Ruta 5, en La Serena.

5.6 Muchas de las áreas cerca de La Serena, aún en la zona urbana, son verdes en la Fig. 1. Pero las áreas cerca de Tucson no lo son ¿Qué cree podría causar esa diferencia?

Ahora seguiremos con la Fig. 4 de Tucson. Esta imagen tiene el mismo tamaño y escala que la de La Serena, Fig. 1. Note que, mientras las áreas urbanas de La Serena y Coquimbo están separadas por áreas abiertas esparcidas entre concentraciones urbanas, Tucson es un sólo bloque continuo al centro de Fig. 4.

5.7 ¿Qué tan grande es el área que abarca Tucson, comparada con La Serena y Coquimbo juntos? Use las escalas de las redes—que son iguales—para hacer esta estimación.

5.8 La población total de La Serena más Coquimbo es cerca de 100.000 personas. Sobre la base del área, estime cuántas personas viven en Tucson.

Adentro de la ciudad en Fig. 4, hay muchas áreas verdes pequeñas. Ejemplos se ubican en E-10 y I-15.

5.9 Encontrar dos ejemplos más de este tipo y dé las coordenadas. _____

5.10 ¿Qué cree Ud. que pueden ser estas áreas? Considera los tamaños y ubicaciones. Puede haber más de una posibilidad.

5.11 Tucson no está cerca del mar. ¿Puede encontrar masas de agua en, o cerca de la ciudad? Dar coordenadas. ¿Por qué podrían ser tan pequeñas — qué podrían ser?

5.12 Hay varias áreas oscuras y rectangulares en la ciudad, usualmente al costado de una calle. Un ejemplo está en H-13. ¿Qué piensa Ud. que son? ¿Por qué hay tantas?

5.13 Examina la forma de bloque blanco, adentro de un área oscura, en H-11. ¿Qué piensas que es? ¿Por qué?

5.14 Hay una raya gruesa y larga que corre por J-10. Da posibilidades de qué podría ser y las razones para creer en ello.

5.15 Hay áreas verdes de forma peculiar fuera de la ciudad. Un ejemplo es en I-4. ¿Que podrían ser? Sugerencia: para encontrar un ejemplo local de estas áreas mira en la Fig. 1, justo al sur de Punta Teatinos.

Hasta este punto, ha examinado Tucson desde un satélite en órbita sobre este. Ahora, imagínese que ha mandado un cohete para aterrizar en la superficie de la Tierra, y descargar un robot. Puede mandar el robot a que tome fotos de varias cosas en primer plano, y que se las transmita a usted. Localice algo en la Fig. 4, usando coordenadas de la red y describa, qué desea que su robot investigue. Debe ser algo de lo que usted no esté totalmente seguro, de difícil identificación. ¿Qué piensa que podría ser?

5.16 Lugar y descripción del blanco para investigaciones robóticas: _____

5.17 Su conjetura o hipótesis inicial a cerca de lo que el blanco podría ser:

Su “robot” será un estudiante en Tucson que irá al lugar que usted ha especificado, a tomar fotos con una cámara digital y se las enviará. Los estudiantes de Tucson realizarán la misma actividad, con La serena como su localización remota, y ustedes serán los “robots” para ellos. Los profesores en ambos lugares coordinarán el intercambio de coordenadas para los blancos.

5.18 Finalmente indique: ¿ qué es su blanco en realidad? ¿Su conjetura era más o menos correcta? Si no, ¿cuáles informaciones nuevas, entregadas por las fotos del robot aclararon el misterio?

