

# La Termografía en la Práctica Artística

## Poética del Calor

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

Tipología 4

Producción artística inédita acompañada de una fundamentación teórica.

Autora: Teresa Carreño Vicente

Tutor: Doctor Elías Pérez

Valencia, Junio de 2012



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES



MÁSTER OFICIAL  
EN PRODUCCIÓN  
ARTÍSTICA



La autora es licenciada en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid en la especialidad de Pintura. Estudió Restauración de Pintura en el Istituto per il Arte e il Restauro de Florencia en Italia Y obtuvo el Attestato di qualifica professionale de la Región Toscana. Es diseñadora de Interiores por Centro Español de Nuevas Profesiones de Madrid y por la Escuela de Artes y oficios de Madrid.

Así mismo, es profesora en el Grado de Diseño (equivalente a grado universitario) de la Escuela Superior de Diseño del CENP de Madrid donde en la actualidad imparte las asignaturas de: Fundamentos del Diseño: Análisis, Ecodiseño, Fotografía y Proyectos de jardinería y paisajismo, en las especialidades de Gráfico e Interiores.

Para la realización de este trabajo ha asistido al Seminario sobre Termografía para el mantenimiento eléctrico organizado por la empresa Alava Ingenieros el 23 de noviembre de 2011, a una Jornada sobre Termografía Infrarroja realizada por Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid el día 18 de enero del presente año y al curso de Introducción a la Termografía Infrarroja del Infrared Training Center que tuvo lugar el 15 marzo 2012 en la Universidad politécnica de Valencia.

En la actualidad estudia el Máster de Producción Artística en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia, donde ha cursado las asignaturas y ha recibido clases de los profesores que se relacionan a continuación:

Metodología de proyectos: María Zárraga

Claves del discurso artístico: Carlos Martínez Barragán, David Pérez, Marina Pastor, Pepe Romero y Ricardo Forriols

Aspectos conceptuales y discursivos del paisaje pictórico: Juan M. J. Martorell

Eros, violencia y pintura: Alberto Gálvez y Javier Claramunt

La imagen de la identidad: el retrato contemporáneo: Chema López y Rosa Martínez-Artero

Metodologías y poéticas de la pintura: Constancio Collado

Ecología, arte y cultura contemporánea: José Albelda

Tecnología y espacio público en las ciudades híbridas: Marina Pastor

Tácticas y vinculaciones en la esfera pública: José Miralles

La animación: de la idea a la pantalla: Sara Álvarez Sarrat



*A mi familia*  
*A la musa*



# INDICE

	<b>Página</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVOS.....	21
3. BREVE HISTORIA DE LA TERMOGRAFÍA.....	25
4. FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DE LA TERMOGRAFÍA	
INFRARROJA.....	31
4.1 CALOR Y TEMPERATURA.....	33
4.2 RADIACIÓN INFRARROJA.....	36
4.3 FORMACIÓN Y REGISTRO DE LA IMAGEN.....	39
4.4 EL PROCESO TERMOGRÁFICO.....	41
5. REFERENTES Y ANTECEDENTES.....	49
6. LA OBRA: DESARROLLO PRÁCTICO Y PERSONAL.....	59
6.1 IMÁGENES DE LA EXPOSICIÓN.....	73
7. CONCLUSIONES.....	103
8. BIBLIOGRAFIA.....	111





*“Pero la naturaleza, para nosotros los hombres, es más profundidad que superficie, y de aquí la necesidad de introducir en nuestras vibraciones de luz representadas por rojos y amarillos, una cantidad suficiente de azul a fin de dar sensación de aire”*

Cezanne a Emile Bernard



## **1. INTRODUCCIÓN**



“El Aleteo de una mariposa puede cambiar el mundo”.

Esta frase resume la teoría del caos, e indica que cualquier hecho, por nimio que pueda parecer, tiene repercusiones en la globalidad. Es este el espíritu que nos ha guiado a realizar esta investigación. Y si es cierto que percibimos lo que conocemos y que amamos lo que conocemos esperamos que el pequeño movimiento de alas que vamos a realizar sirva para comprender y conocer mejor el mundo en que vivimos y por lo tanto para tomar medidas que eviten que desaparezca.

El campo termográfico se ha desarrollado como un sistema de registro de temperatura y análisis científico de los datos obtenidos. Es un método de análisis cualitativo y cuantitativo, serio y riguroso en sus planteamientos.

Nos ayuda a acercarnos a la realidad y nos ofrece otra forma de percibirla.

En este trabajo queremos estudiar sus posibilidades creativas como sistema de expresión plástica a través de la experimentación, el análisis de las imágenes y la reflexión.

Para poder llevarlo a cabo, consideramos que es imprescindible el conocimiento de la técnica junto a la capacidad de observación para lograr el contenido de la imagen que buscamos. Ya que si éste no es interesante, está mal contado, o la técnica no está bien aplicada, el resultado no será aceptable. Queremos analizar el efecto sobre la imagen de los diferentes puntos de vista, encuadres, materiales y demás medios técnicos para valorar como utilizarlos. Valorar nos sirve para obtener una idea clara de lo que se va a hacer, utilizar inteligentemente los medios técnicos para conseguirlo e interpretar los resultados, es decir aplicar correctamente la técnica ya que pocas veces sale una buena imagen si nos dejamos llevar por el puro azar.

Este proyecto surge en junio de 2011, cuando la empresa Flir, fabricante de cámaras térmicas y la Escuela Superior de Diseño del CENP de Madrid, proponen a tres artistas la realización de imágenes térmicas creativas, no científicas, para realizar una exposición durante la VIII Semana de la Arquitectura de Madrid. Esta exposición sería simultánea a la realización de mesas redondas sobre la percepción y la eficiencia energética.

La termografía existe desde hace casi dos siglos y se utiliza en múltiples campos de la ciencia, pero su nivel de implantación de momento es bajo. Es un método de investigación científico que estudia el proceso de adquisición y análisis de información térmica con dispositivos de imagen sin contacto.

Las razones de la exposición, que hicimos nuestras y por lo tanto las que nos llevan a realizar esta investigación son: llamar la atención sobre los problemas ambientales y sobre una herramienta de análisis y de diagnóstico muy útil en la prevención de pérdidas energéticas y que por ello, puede ser utilizada para la mejora del medio.

El Medioambiente está formado por el conjunto de todos los factores físicos, químicos y biológicos que influyen directamente en los seres vivos. En la actualidad la actividad humana, el consumo insostenible y la falta de respeto por el medioambiente, están provocando una disminución de la biodiversidad.

A partir de la industrialización, el arte comienza a plantear la representación con nuevos códigos. Este acontecimiento es consecuencia de transformaciones sociales, filosóficas, ideológicas y culturales que generan en un determinado momento, el pensamiento de la época que transforma la percepción de la cultura occidental. El arte, que no puede entenderse ajeno al discurrir de su época, crea nuevos lenguajes de comunicación diferentes a todos los asumidos y establecidos, a los ya aprendidos por el conjunto de la sociedad. Desde entonces hemos asistido a un cambio social vertiginoso, sobre todo en las últimas décadas en las que vivimos inmersos en un mundo donde convive lo real con lo artificial y lo virtual. En estas circunstancias es difícil comprender el mundo que nos rodea, pero el artista intenta captar lo inalcanzable y además hacerlo visible. La intención de una obra artística es expresar una idea mediante símbolos, de buscar otro orden.

Nuestra sociedad, sobre todo la de los países más desarrollados, consume gran cantidad de agua, recursos materiales y energía; así mismo produce gran cantidad de residuos sólidos, líquidos y gaseosos que causan contaminación, lo que altera los ecosistemas. Consecuencia de esta contaminación es el aumento de gases invernadero. Estos gases son necesarios para que se mantenga la temperatura media de la tierra ya que si no existieran sería de

unos 20° bajo cero. Al aumentar su concentración crean lo que se llama efecto invernadero, que consiste en impedir que parte de las radiaciones infrarrojas en forma de calor que refleja la superficie terrestre y que deberían retornar al espacio puedan hacerlo, creando un remanente de energía que hace que se produzcan ciertos fenómenos que cambian de un modo impredecible los procesos naturales.

La gravedad de los efectos de estos fenómenos, como son el calentamiento global y el cambio climático, ha hecho que se tomen medidas a nivel internacional para intentar, si no detenerlos si frenarlos. Se han tomado medidas para disminuir y hacer un consumo razonable de materiales, agua y energía. Además se quiere fomentar el derecho de los consumidores y usuarios a la información sobre todos estos temas, ya que se considera que es esencial su participación para conseguir algún cambio. Si bien, muchas de estas medidas chocan con los intereses económicos de los diferentes países y están resultando de muy difícil aplicación.

Todo creador observa constantemente su entorno y por tanto es capaz de adquirir cualquier aprendizaje que le pueda resultar enriquecedor. La representación es un signo visible y simbólico de actitudes culturales y filosóficas de determinados periodos históricos y estamos de acuerdo con que el proceso de cambio comienza tomando conciencia y creando actitudes propias. Por eso cuando nos propusieron participar en este proyecto, vimos una oportunidad para, hacer nuestra modesta aportación, dando a conocer una técnica, la termográfica, que ha demostrado ser muy valiosa en múltiples campos de la ciencia y en particular en el de la eficiencia energética.

El artista es paladín de la imaginación por su capacidad de estar continuamente creando, produciendo, ofreciendo nuevos lenguajes, nuevas maneras de representación, nuevas maneras de ver el mundo a medida que estos lenguajes van siendo aprendidos y asumidos por el conjunto social. Es por esto que queremos ir más allá de la técnica y generar un nuevo mensaje. Y teniendo en cuenta que nuestras experiencias están profundamente enraizadas desde la infancia en nuestro pensamiento y en nuestro lenguaje, queremos establecer una dialéctica con el mundo exterior que sirva para adoptar un punto

de vista y así poder tomar una decisión, y si es posible provocar acciones inmediatas. Pensamos que si el ser humano es capaz de interiorizar, aprender de la experiencia y generar empatía, que le aporte un sentimiento de pertenencia o relación, puede implicarse de manera interactiva aportando valor. Será capaz de mejorar lo que ya tenemos, crear sobre lo ya hecho y, en los nuevos procesos de creación, innovar y generar nuevas actitudes.

La historia crea desequilibrio, angustias y miedos y todo ello se refleja en el espejo del arte en el que a veces incluso, se anticipan acontecimientos. Pero el Arte, que puede denunciar, también puede aportar soluciones y producir cambios importantes en la sociedad. La actividad artística entendida pues, no sólo como mecanismo de denuncia o evidenciación, sino también como sanadora, como ámbito donde realizar propuestas de cambio.

Más allá de lo que ve el ojo humano, se encuentra todo un universo de formas y procesos escondidos, en este trabajo pretendemos indagar en este universo, hacerlo visible.

Y lo vamos a hacer gracias a la técnica termográfica, que consiste en hacer visibles radiaciones infrarrojas. Con ella es posible hacer visibles propiedades de nuestro entorno que normalmente no percibiríamos o lo haríamos por otros sentidos y de esta manera queremos acceder a nuevos conocimientos.

Las características de estas radiaciones son similares a las de la luz y dado que el sistema para registrarlas comparte algunas características con el que se utiliza para registrar las radiaciones visibles, nos es inevitable comparar esta técnica con la fotografía. Pero no es ésta la única razón.

Vivimos rodeados de imágenes, conocemos el mundo y lo percibimos a través de ellas. Tenemos conocimiento de lugares lejanos, personas desconocidas y situaciones, de lo que sucede y de cómo es nuestro planeta, incluso nuestra galaxia a través de imágenes. Y hoy en día nadie pone en duda la veracidad de estas imágenes. Nuestro gusto y sensibilidad hacia las artes visuales están condicionados por las estrategias de la fotografía. Sin embargo al principio, fijar imágenes e inmortalizar el aspecto de personas y paisajes, debió parecer magia, como mágicas nos parecen las imágenes que conseguimos con la termografía.



La investigación supone la búsqueda de un lenguaje propio, de aquello que es específico en una práctica artística y responde a una necesidad de identificación, de poner de manifiesto elementos diferenciadores. A veces son las características de la técnica las que ofrecen las bases de las que surge la creatividad. Desde que se presentó la fotografía en el año 1839, son innumerables los pasos que debió dar para establecer su propio estatus artístico, tuvo que abrirse camino y buscar un lenguaje propio, para que aquello que parecía un fenómeno curioso se convirtiera en un medio potentísimo de conocimiento y expresión. Además cuando surgió, se utilizaba como atracción lúdica, herramienta científica o proveedora de copias objetivas de la realidad.

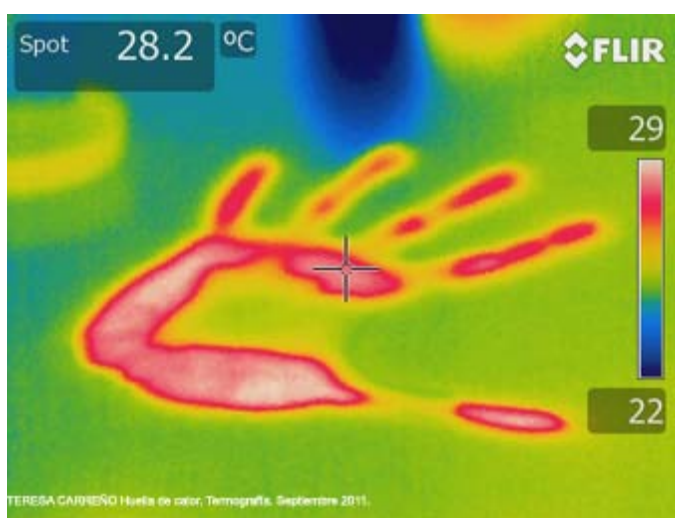
La fotografía hizo visible lo invisible y supuso un cambio de paradigma. Los experimentos de Muybridge y Marey, demostraron científicamente que las fotografías documentaban algo que el ojo humano no había podido registrar por sí solo. Por primera vez se registraban cosas que no eran visibles a simple vista. Años más tarde Moholy-Nagy creía y defendía que la cámara era una herramienta fundamental e imprescindible para cambiar los hábitos perceptuales que existían en aquel momento.

Cuando nace la fotografía, el arte se encuentra en un momento en el que estaba sufriendo una crisis de identidad y es en ese contexto en el que la fotografía tiene que adquirir una autonomía expresiva. En estas mismas circunstancias, las vanguardias dieron un gran giro al arte y desde entonces, la historia ha experimentado cambios muy grandes en el estilo de vida, las perspectivas y las condiciones del ser humano, y han surgido nuevas formas de expresión.

Hoy en día el nivel de complejidad del mundo en el que vivimos se refleja en nuestras obras. Los valores de equilibrio y armonía han sido demolidos o reinterpretados una y otra vez. Los conceptos se discuten y el arte se define a sí mismo sobre la base de las experiencias anteriores en un constante hacerse, deshacerse y reconstruirse.

En esta actualidad y gracias a los avances tecnológicos nos encontramos con un instrumento, la cámara termográfica, capaz de hacer visible la distribución del calor de las superficies. Una herramienta que registra la intensidad de la radiación en la zona infrarroja del espectro electromagnético y la convierte en

una imagen visible. Es una herramienta que determina y registra la imagen a distancia, en tiempo real y sin contacto. Además tiene la ventaja de que no es invasiva, es decir no afecta ni produce ningún cambio en el sujeto u objeto de estudio, por lo que no es peligroso su uso, ni para lo termografiado ni para el que termografía. La fuente principal de infrarrojos es el calor o la radiación térmica que abunda en la naturaleza. Cualquier objeto con temperatura superior a cero absoluto (que en la realidad no existe) emite radiación en la región infrarroja del espectro electromagnético, incluso el hielo. Es una herramienta que hace que lo que percibimos a través de los nervios de nuestro cuerpo y que nuestros ojos no ven, sea visible: el calor. También es capaz de registrar nuestra huella, el rastro que hemos dejado, ya que el calor se mantiene cuando no estamos.



Huella de calor. Termografía infrarroja. Septiembre 2011.

En esta investigación queremos realizar una búsqueda de representación más allá de lo visible, de nuevas imágenes y de nuevos planteamientos artísticos. Más al registrar de manera gráfica el calor, no se registra la parte correspondiente a la energía visible, por lo que la imagen que obtenemos difiere de la visible. Esto supone aceptar una imagen en la que lo visible se hace invisible y lo invisible visible, en la que lo que prima es la representación gráfica del calor y no las normas que rigen en el espectro visible.

En 1861 el crítico inglés Jabez Hughes en un artículo titulado “La fotografía artística”, solicitaba a los fotógrafos a dedicarse a temas propiamente estéticos: *“hasta ahora la fotografía ha tenido como fin principal representar la verdad. ¿no puede agrandar su esfera? ¿no puede anhelar a describir también la belleza?”*<sup>1</sup>

Nosotros respecto a la termografía nos preguntamos lo mismo: ¿es posible agrandar su esfera? ¿puede anhelar a describir también la belleza?

Nos proponemos transformar y convertir radiaciones no visibles en imágenes que el ojo humano pueda percibir, y a través de estas imágenes, acercar a un público no experto esta técnica, fomentando su interés no solo por la parte artística sino también por sus aplicaciones científicas que son de gran valor en la actualidad.

---

<sup>1</sup> Vvaa. *Todo sobre fotografía y video*. Edición especial para El Mundo, 2010. Tomo 13, p.52.



## 2. OBJETIVOS



Por todas las razones expuestas anteriormente, para el desarrollo de esta investigación nos hemos planteado los siguientes objetivos:

- Adquirir los conocimientos necesarios para entender esta tecnología, diferenciar entre calor y temperatura y saber qué es lo que podemos termografiar, el campo donde se va a aplicar.
- Conocer cuáles son las posibilidades que nos ofrece la herramienta con la que vamos a trabajar.
- Descubrir si la termografía es susceptible de utilizarse en la creación artística y profundizar en su valor creativo.
- Experimentar con la técnica para obtener imágenes con valor estético.
- Analizar las imágenes realizadas, reflexionar sobre esta técnica y los nuevos conocimientos obtenidos sobre la realidad que nos rodea, para buscar nuevas vías de expresión.
- Realizar una exposición con las termografías realizadas, para dar a conocer la técnica y sus ventajas.
- Reflexionar sobre las posibilidades de la termografía para su aplicación de manera habitual en la resolución de proyectos.
- Valorar si este estudio y esta tecnología son susceptibles de convertirse en un proyecto de creación e investigación.





### **3. BREVE HISTORIA DE LA TERMOGRAFÍA**



En la actualidad, los avances de la tecnología digital en las últimas décadas, han supuesto que la técnica termográfica se desarrolle y se aplique en prácticamente todos los campos de la ciencia y que además sea muy accesible. Se ha conseguido reducir el tamaño de los aparatos, el proceso es inmediato y también lo es el procesamiento de datos, existe la posibilidad de enviarlos por correo electrónico etc. Todo esto sumado al ahorro que supone su uso, tanto de materiales como de tiempo, medios y energía han hecho que sea una herramienta de análisis muy importante. Pero esta técnica y los conocimientos necesarios para llevarla a cabo se conocen desde hace mucho. Es en 1800 cuando el músico Sir William Herschel (1738 -1822), que dedicaba sus ratos libres al estudio de la ciencia y la astronomía, descubre de manera fortuita los rayos infrarrojos. Herschel, que fue un buen músico y un gran astrónomo, estudió los movimientos de las estrellas dobles, el movimiento del Sol y la estructura de la Vía Láctea y fue el descubridor de Urano, el primer planeta que se descubría desde la antigüedad, lo que le valió gran fama. Se fabricaba los telescopios él mismo y cuando investigaba con muestras de vidrios de colores para encontrar un material con el que crear filtros ópticos que lograsen reducir el brillo de la imagen del sol, le llamó la atención que algunos de los materiales que proporcionaban similares reducciones de brillo dejaban pasar muy poco calor, mientras que otros dejaban pasar tanto que podían dañar la vista. Esto le llevó a realizar un experimento sistemático para encontrar un material que redujera al mismo tiempo el calor y el brillo, y que consistió en descomponer la luz con un prisma y medir la temperatura de los espectros de los diferentes colores con termómetros de mercurio con el bulbo ennegrecido para absorber más calor. Además tenía otros dos termómetros de control fuera del espectro. Observó que la temperatura de los colores aumentaba del violeta al rojo. Posteriormente decidió situar un termómetro a la derecha del color rojo, fuera del espectro visible, viendo que la temperatura seguía aumentando alcanzando su máximo en la zona del espectro que hoy denominamos infrarrojo. Había encontrado una "luz invisible". En

investigaciones posteriores constató que estos rayos se comportaban como la luz visible, y que se podían transmitir, reflejar y refractar igual que ella.

Los instrumentos de investigación de la termodinámica y la electroquímica inventados posteriormente por el italiano Leopoldo Nobili (1784 – 1837) y las investigaciones de Macedonio Melloni (1798 – 1854) también italiano, que consiguió realizar una combinación de pila y galvanómetro, supusieron un impulso en el desarrollo del estudio de las radiaciones infrarrojas.

En 1840 Sir John Herschel (1792 -1871), gran astrónomo y científico como su padre, consiguió la primera imagen de las radiaciones IR. Como científico realizó estudios sobre la impresión de las imágenes, introduciendo el hiposulfito (tiosulfato) sódico como fijador. Fue el primero en utilizar los términos de positivo y negativo en la fotografía y pionero en la impresión de imágenes en placas de vidrio cubiertas con emulsión de plata. Inventó el papel fotográfico al mismo tiempo que su compatriota Fox Talbot aunque independientemente de él.

La primera imagen del calor la consiguió usando un proceso basado en la evaporación de una fina capa de aceite expuesta al calor. La imagen podía verse gracias a la luz reflejada en los lugares en los que los efectos de interferencia de la capa de aceite hacían que la imagen fuese visible para el ojo humano. También consiguió un registro de la imagen en papel y lo llamó termografía<sup>2</sup>.

En el mismo año de 1840, el norteamericano Samuel Langley (1834-1906) inventa el bolómetro, que es un sistema que está formado por unos detectores térmicos cuya resistencia eléctrica cambia en función del calentamiento debido a la radiación, y que sirve para medir radiaciones IR.

Ya en 1892, el inglés Sir James Dewar (1842-1923) que trabajaba con gases crea un depósito para estudiarlos a bajas temperaturas. Consigue un sistema, precursor de los termos actuales, que ayuda a mantener el frío o el calor.

Con esto estaban sentadas las bases científicas para el desarrollo de esta técnica y a partir de estas fechas las investigaciones se suceden y se registran muchas patentes, pero desde 1900 esta tecnología se desarrolla sobre todo en

---

<sup>2</sup> Melgosa Revillas, Segi. *Guía de la termografía Infrarroja*. Comunidad de Madrid. FENERCOM.2011

relación con el ejército, impulsada por las investigaciones llevadas a cabo como consecuencia de las guerras mundiales. Las normas militares impiden la divulgación de los avances conseguidos, sin embargo a partir de mediados del siglo pasado, este secretismo desaparece poco a poco y tanto la ciencia como la industria civil pueden beneficiarse de ellos.



## **4. FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA**





El ITC<sup>3</sup> define la termografía como “*el proceso de adquisición y análisis de información térmica con dispositivos de imagen sin contacto*”

La termografía es una técnica que se realiza a distancia, sin contacto y no invasiva, lo que significa que no provoca ningún efecto sobre aquello que es objeto de su estudio.

Mediante sensores remotos es capaz de registrar energía electromagnética emitida por sujetos u objetos, y convertirla en una imagen bidimensional donde pueden visualizarse patrones térmicos. Son estos patrones los que luego serán analizados.

La energía a la que nos referimos está formada por radiaciones infrarrojas.

Al utilizar esta técnica es fundamental comprender la diferencia que existe entre calor y temperatura y la naturaleza de estas radiaciones de características similares a las de la luz. Conocer sus mecanismos, sus propiedades y su modo de actuar, es imprescindible para adquirir el control técnico necesario para obtener una buena imagen.

## 4.1 CALOR Y TEMPERATURA

La energía es la capacidad de realizar un trabajo, se puede manifestar de varias formas y recibe distintos nombres según el fenómeno al que va asociada, por ejemplo, la contenida en la luz se llama energía luminosa, la que procede del sol, energía solar, si va asociada a la temperatura o al calor se puede llamar energía térmica o calorífica, etc.

“*La energía no se crea ni se destruye*” es el axioma de la primera ley de la termodinámica. Lo cual significa que si un cuerpo pierde energía, debe aparecer una cantidad de energía equivalente en el ambiente que lo rodea.

Esta cantidad puede corresponder a una forma de energía distinta, sin embargo, su valor numérico debe coincidir con el valor de la energía perdida por el cuerpo.

---

<sup>3</sup> Centro de formación de Infrarrojos. Centro internacional que cuenta con la certificación ISO.

Así pues, la energía está relacionada con la capacidad que tienen algunos sistemas de modificarse a si mismos y al entorno, y cuando esto sucede, la energía pasa de un cuerpo a otro o se convierte en un tipo de energía distinta dentro del mismo cuerpo. La cantidad de energía que modifica su condición o que se intercambia es la que recibe el nombre de calor o trabajo según los casos.

El calor se mide, como la energía y el trabajo en julios, ya que como hemos indicado anteriormente, es una forma de energía. En realidad, consiste en la transferencia de energía entre diferentes cuerpos o zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas. Esta transmisión ocurre siempre desde el cuerpo de mayor temperatura al cuerpo de menor temperatura, hasta que las temperaturas se igualan y se encuentran en equilibrio térmico.

El calor es una energía, que se puede liberar bien por un proceso de combustión, bien de movimiento, de rozamiento etc. Las diversas fuentes caloríficas se basan en la conversión de algún tipo de energía en calor. Además cualquier tipo de energía se convierte finalmente en calor.

No se debe confundir el calor con la temperatura, aunque estén íntimamente ligados.

La energía es una medida absoluta por lo que el calor es cuantificable y medible.

Lo que nos indica la temperatura es el estado energético de un cuerpo. Es una medida que permite comparar unos cuerpos con otros y es consecuencia de la energía que posee el objeto. Dice como se encuentra un objeto en relación a otro y la facilidad que tendrá ese objeto para ceder energía. La temperatura se mide en grados kelvin (escala absoluta) y en grados celsius o grados fahrenheit (escalas relativas)

El calor siempre se distribuye entre los cuerpos hasta que sus temperaturas quedan igualadas, lo que sucede continuamente y de modo espontaneo en la naturaleza.

La condición que determina que el calor pase de unos cuerpos a otros es su temperatura y no la cantidad de energía que poseen. Pero temperatura y calor no son equivalentes aunque estén relacionadas entre si. Si ponemos dos

materiales con la misma temperatura en contacto, la energía total será la suma de las energías de los dos cuerpos, en cambio la temperatura seguirá siendo la misma. Esto nos indica que en general, para conseguir una determinada variación de la temperatura de un objeto, será necesaria una cantidad de calor que dependerá tanto de su masa como del tipo de sustancia que lo constituye. Y que dos cuerpos de idéntica naturaleza e igual masa lograrán el mismo aumento de temperatura a cantidades iguales de calor.

A nivel microscópico, la cantidad de energía calorífica de un objeto se relaciona con la energía cinética total de las moléculas que componen ese objeto. Las moléculas de un objeto están siempre en movimiento, las más calientes se mueven más rápidamente chocando unas con otras, mientras que las moléculas más frías lo hacen más despacio. La energía cinética de la molécula es la suma del total de energías cinéticas de traslación, rotación y vibración de dicha molécula. Cuando se aumenta la temperatura de una sustancia aumentan todas estas energías.

Ahora bien, las moléculas de forma espontánea tienden a estados de mínima energía y emiten la que les sobra en forma de radiación.

En un objeto, una temperatura dada corresponde a un determinado nivel de movimiento de sus moléculas, ya que los cuerpos se comportan de manera particular frente al calor. Es decir que cada cuerpo tiene una capacidad térmica determinada (capacidad para absorber o almacenar calor).

Como hemos visto, la energía térmica se transmite siempre de los cuerpos de mayor temperatura a los de menor temperatura, pero cuando este fenómeno se produce, lo puede hacer de distintas formas.

El calor se puede transmitir por conducción, que es el mecanismo de transferencia de energía térmica entre dos sistemas por contacto directo de sus partículas, sin flujo neto de materia y que tiende a igualar la temperatura dentro de un cuerpo y entre diferentes cuerpos que están en contacto. Es una transferencia de calor a través de un material sin movimiento macroscópico que se produce en materiales sólidos.

Por convección, que consiste en el transporte de calor entre zonas con diferentes temperaturas, mediante corrientes de masa que se desplazan dentro

de un fluido (líquidos o gases). Este movimiento puede ser natural, cuando está provocado por la fuerza de la gravedad o forzado cuando el movimiento es inducido por otro tipo de fuerza, como puede ser la generada por un ventilador que lo que hace es mezclar moléculas de distintas densidades.

El calor también se puede transmitir entre superficies sin que sea necesaria la presencia de un medio material entre ambas. En este caso la transferencia de calor tiene lugar por emisión o absorción de radiación a través del vacío o de medios transparentes o semitransparentes a ésta. No requiere ningún medio material y como mejor se transmite es en ausencia total de moléculas, en el vacío.

En realidad es una forma de radiación electromagnética, y todos los cuerpos emiten esta radiación como consecuencia de su temperatura, cuanto mayor es su temperatura, más radiación térmica emiten.

Cada uno de estos métodos puede ser estable o inestable. Durante una transferencia estable, la velocidad será constante y no cambiará de sentido.

Pero en la práctica lo que sucede es que estos mecanismos pueden darse juntos o separados, los movimientos son inestables y presentan ciertas fluctuaciones.

Hay propiedades de los cuerpos que dependen de su capacidad de adquirir y conservar calor y de su manera y capacidad de transmitir calor, como son el calor específico, la conductividad térmica y la difusividad térmica.

## 4.2 RADIACIÓN INFRARROJA

Las radiaciones infrarrojas<sup>4</sup> son de igual naturaleza que la luz. La luz es una energía que es irradiada a partir de un manantial o fuente energética.

Puede salvar un vacío como el espacio o pasar a través de cualquier sustancia que sea transparente a su energía.

Tiene gran velocidad, 300.000 Km/seg. aunque disminuye a medida que aumenta la densidad del material.

---

<sup>4</sup> A partir de aquí nos referiremos a estas radiaciones como IR

La luz es irradiada en líneas virtualmente rectas, sin embargo parece desplazarse en forma de ondas, por lo que se dice que tiene un carácter dual.

Una onda es la propagación de una perturbación que transfiere energía progresivamente de un punto a otro a través de un medio. Puede tener la forma de una deformación elástica, una variación de presión, intensidad magnética o eléctrica o de temperatura. Las ondas son perturbaciones que se propagan transportando energía y cantidad de movimiento, aunque sin transporte de materia.

El origen de las ondas electromagnéticas está en las oscilaciones de campos eléctricos y magnéticos y por tanto, no necesitan un medio material para propagarse. En todas ellas interviene la propagación ondulatoria de campos eléctricos y magnéticos a través del espacio a la velocidad de la luz.

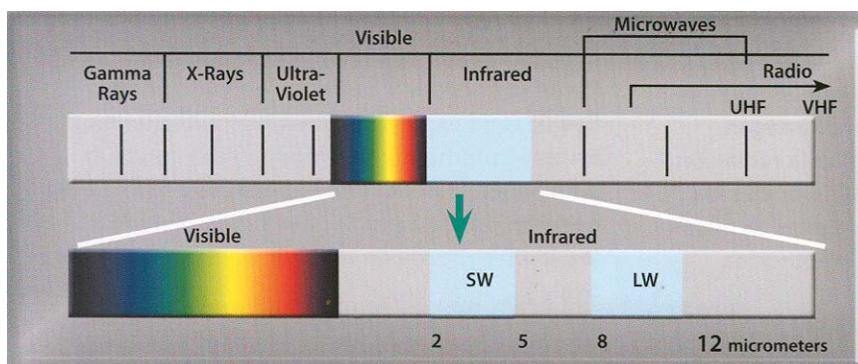
Las ondas se caracterizan por el periodo, la frecuencia, la intensidad y la longitud de onda. Estas características determinan y dan a cada forma de radiación electromagnética sus propiedades físicas muy diferentes unas de otras. Es por esto que se habla de tipos de radiación aunque esencialmente se trate del mismo fenómeno.

Las ondas se distribuyen según la intensidad de su energía a lo largo del espectro electromagnético. Éste representa la clasificación de todas las radiaciones electromagnéticas en función de su longitud de onda y se extiende desde la radiación de menor longitud de onda hasta la de mayor.

Solo son visibles para el ser humano las radiaciones comprendidas entre 400 y 700 nanómetros, lo que corresponde a una pequeñísima parte del espectro. El resto de las radiaciones son invisibles para nosotros, aunque algunas de ellas las podemos percibir por otros sentidos (pej. Ondas radio, calor). Cuanto más pequeña es la longitud de onda de una radiación más perjudicial resulta para el ser humano y la mayoría de los seres vivos.

Otra diferencia entre ellas radica en su frecuencia. Una onda electromagnética se puede reflejar, refractar y difractar como cualquier otra onda y también pueden sufrir el fenómeno conocido como polarización.





Espectro electromagnético Infrarrojo (imagen propiedad de Flir)

Aunque solo percibamos por la vista una pequeña parte del espectro, mediante el uso de distintas técnicas, podemos transformar ciertas energías no visibles en imágenes visibles. Es importante entender que es posible registrar y hacer visible el comportamiento de ciertas radiaciones no visibles, pero las radiaciones no se pueden ver. Por ejemplo, podemos ver el efecto de los rayos X sobre una emulsión sensible cuando atraviesan nuestro cuerpo, pero no vemos los rayos cuando esto está sucediendo. Por lo que la tecnología se convierte en un mecanismo de visualización, de extracción de información e interpretación de la realidad.

### 4.3 FORMACIÓN Y REGISTRO DE LA IMAGEN

La radiación IR es invisible para el ojo humano y se encuentra situada entre la zona visible y la zona de microondas del espectro electromagnético.

Puede utilizarse para formar imágenes por medio de instrumentos análogos a los de la óptica visible. Sin embargo como el vidrio absorbe fuertemente longitudes de onda mayores de 2 milimicras, se recurre a otros materiales, como el germánico, el cuarzo y el polietileno. Para detectar radiaciones IR se utilizan dispositivos térmicos (bolómetros, termopolares y termopilas) y

fotoeléctricos (células fotoeléctricas, fotomultiplicadores, células fotovoltaicas, cristales semiconductores fotoluminiscentes, etc.) En electrónica, los rayos IR se obtienen mediante el uso de LED (diodos emisores de luz) para IR de comunicaciones por fibra óptica y con láser de dióxido y monóxido de carbono<sup>6</sup>. Utilizando una óptica de vidrio normal podemos, mediante el uso de la cámara fotográfica, hacer visibles radiaciones situadas en el ultravioleta cercano y en el infrarrojo cercano.

Cuando las radiaciones IR llegan a un cuerpo pueden ser absorbidas, reflejadas o transmitidas de manera diferente a la luz visible. Las radiaciones IR son capaces de superar estratos superficiales de la materia y ser reflejadas por lo que está detrás y cuando retornan pueden ser capturadas por una cámara de fotografía y una emulsión fotográfica sensible a los IR, formando una imagen más o menos nítida que no tiene porque corresponder a lo que veríamos con luz visible. Cuando la fotografía infrarroja es en color se le llama también “falso color”, ya que los colores que obtenemos no se corresponden con la realidad.

La termografía hace visibles las radiaciones comprendidas entre 8 y 14 micras. Como hemos dicho anteriormente la termografía de infrarrojos es el arte de transformar una imagen de infrarrojos en una imagen radiométrica que permita leer los valores de temperatura. En la termografía por tanto, cada píxel de la imagen radiométrica es, de hecho, una medición de temperatura. Es capaz de registrar temperaturas que van desde -40º centígrados a 120º. Para ello, se incorporan complejos algoritmos a la cámara de infrarrojos.

Básicamente la cámara termográfica funciona de la siguiente manera:

Al enfocar la cámara termica sobre el objeto de estudio, se hace converger la radiación IR que emite éste, a través de la óptica de la cámara, sobre un detector de IR. En este detector se crea un cambio de tensión o respuesta eléctrica. Estos datos, son enviados al sensor electrónico (placa electrónica) para procesar la imagen, y es este sensor el que traduce dichos datos mediante un código binario en una imagen compatible con el visor que además,

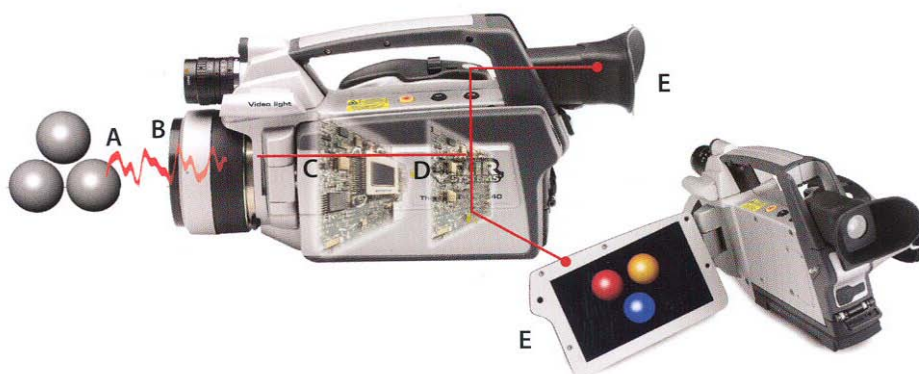
---

<sup>6</sup> *Gran Enciclopedia Planeta*. Editorial Planeta. Barcelona, 2004



puede verse en un monitor de video estándar o en una pantalla LCD. En realidad el detector capta el valor máximo y mínimo de la radiación y luego distribuye los valores medios.

Los colores que aparecen en pantalla corresponden a las distintas señales de radiación IR.



A es la energía que llega a la cámara, B el objetivo con las lentes, C el detector de IR, D el sensor eléctrico, E la imagen visible. (Imagen propiedad de Flir).

#### 4.4 EL PROCESO TERMOGRAFICO

La radiación IR se propaga fácilmente a través de los gases pero es difícil que lo haga e incluso puede ser bloqueada a través de los sólidos y líquidos. La mayoría de los cuerpos son opacos a los IR.

Esta radiación se lleva a cabo por absorción o emisión térmica tal como hemos visto y se transfiere a la velocidad de la luz.

Todos los cuerpos emiten y absorben radiación térmica al mismo tiempo. El calor neto de un cuerpo será la diferencia entre lo que ha absorbido y lo que se ha emitido y cuanto mayor sea su temperatura más radiación emitirá. El tipo de material del cuerpo también hace que emita mayor o menor radiación y algunos materiales son mejores emisores que otros.

Se llama radiación incidente a la que llega a un objeto desde cualquier fuente de su entorno. Cuando la radiación IR llega a un objeto, éste puede absorber parte, reflejar otra por lo que no le afecta y transmitir otra, lo que tampoco le

afecta. La manera en que se reparte esta energía depende de las propiedades del cuerpo.

Estas propiedades son la emisividad, que es la capacidad de un cuerpo para emitir radiación, la absorptividad, que es la capacidad de un cuerpo de absorber radiación, la reflectividad, que es la capacidad de un cuerpo de reflejar radiación y la transmisividad, capacidad de un cuerpo de transmitir radiación, de que la radiación pase a través de él.

De todas ellas la más importante es la emisividad, que es la radiación que el cuerpo emite en todas direcciones.

La emisión y la reflexión son complementarias, es decir que un cuerpo que emita mucho reflejará poco y viceversa.

La energía que llega a la cámara es la radiación saliente, la que abandona el objeto independientemente de cual sea su fuente original.

Esta radiación saliente proviene de la radiación emitida por el propio cuerpo, de la energía que refleja de fuentes cercanas y de la que se transmite a través del objeto de fuentes que están detrás de él.

Un cuerpo tendrá la propiedad de emitir la radiación, reflejarla o transmitirla, pero la cantidad de radiación que emite, dependerá de su temperatura y de su emisividad que es característica de cada material.

A mayor temperatura más radiación emitida.

A mayor emisividad más radiación emitida.

Tanto la temperatura como la emisividad determinan la potencia de radiación de un cuerpo y si dos cuerpos tienen la misma temperatura emitirá más radiación el que tenga mayor emisividad.

De la misma manera, un cuerpo va a emitir toda la radiación que absorba y la mayoría de los cuerpos reales son opacos al IR.

Los cuerpos que emiten el 100% de la radiación recibida se llaman cuerpos negros y no se encuentran en la realidad. Se fabrican y utilizan para calibrar las cámaras termográficas. En realidad son simuladores de cuerpos negros.

Las cámaras térmicas están calibradas y preparadas para su uso. Tienen un certificado de calibración con el modelo de cámara, número de serie y fecha de calibración y si se utiliza a menudo, se recomienda calibrarla una vez al año.

Esta operación se realiza en laboratorios acreditados, en condiciones controladas de temperatura y humedad y con simuladores de cuerpo negro.

Cada cámara tiene en su electrónica una curva en la que se relaciona la radiación recibida con una temperatura dada. Si esta curva se desajusta es necesario reparar el equipo.

Al realizar la imagen térmica hay que recordar que es una imagen de intensidad de radiación térmica, radiométrica, no de la distribución de temperaturas captadas, y que las diferencias de radiación no se traducen en diferencias de temperatura. Hemos visto anteriormente que los objetos pueden estar a la misma temperatura pero tener distintas emisividades. La imagen en este caso, aparecerá con un contraste reflejado en la paleta de colores que puede hacer pensar que tiene diferentes temperaturas. Lo que nos muestra es la temperatura aparente, que es la temperatura leída, no compensada o corregida en la cámara. Muestra toda la radiación incidente en la cámara, independientemente de la fuente de la que proceda la radiación IR.

Por todo esto, es muy importante establecer la emisividad en la cámara ya que de lo contrario las mediciones de temperatura no serán correctas.

La emisividad es una cantidad relativa, y tiene un valor entre cero y uno (no tiene unidades). La emisividad es una propiedad de los cuerpos y hay materiales que son excelentes emisores, como los aislantes térmicos y eléctricos, que tienen muy alta emisividad y hay otros que son malos emisores y reflejan mucha radiación, como los metales (excepto cuando están oxidados). La emisividad puede variar, aumentando cuando la rugosidad de un material es mayor, también cuando existan cavidades u orificios o con el grado de oxidación de los metales. Depende también del ángulo de visión y de la temperatura. La emisividad cambia cuando el material está muy caliente, cerca de su punto de fusión.

El entorno también influye en la imagen que se va a tomar. La atmósfera, se sitúa entre el objeto y la cámara, y tanto la temperatura como la humedad relativa, influyen en la cantidad de radiaciones que llegan a la cámara. Una temperatura alta puede calentar los objetos y una baja enfriarlo. También la luz solar directa y las sombras pueden influir incluso varias horas después de que

haya terminado la exposición a la luz solar en el patrón térmico. El viento puede refrigerar las superficies modificando las diferencias entre zonas frías y calientes, y la lluvia las enfría. En los interiores, los sistemas de calefacción y refrigeración pueden alterar la superficie de los materiales.

Sobre el objeto así mismo, se reflejan las temperaturas de otros objetos que están cercanos a él, siempre se refleja algo. Tenemos que tener cuidado incluso con nuestra presencia ya que también emitimos radiaciones infrarrojas que se pueden reflejar. Aquello que se refleja, se tiene en cuenta con la temperatura aparente reflejada que es otro de los datos que hay que introducir en la cámara.

Existen métodos para calcular la emisividad y la temperatura reflejada, pero algunas cámaras tienen establecidos valores por defecto: Distancia, 1,0 m, emisividad, 0,95, humedad relativa 50%, temperatura aparente reflejada + 20°, temperatura atmosférica +20°.

Es importante tener en cuenta que no es posible calcular automáticamente la emisividad y la temperatura reflejada, hay que introducir los datos de forma manual en los parámetros de objeto de la cámara. Existen tablas de emisividad de los materiales, pero los termógrafos expertos saben calcularla ya que hay dos métodos estandarizados para determinarla en la práctica por la ISO 18434-1: El método de emisividad de referencia y el método de contacto. En esta norma también se especifican dos métodos estandarizados para determinar la temperatura reflejada.

Una vez establecidos los parámetros de objeto, tenemos que asegurarnos de que la imagen esté bien tomada.

El encuadre se realiza a través del visor. Y si bien en la guía termográfica nos dicen que nos debemos olvidar de todo lo que conocemos de fotografía para realizar termografías, en este caso nos dicen que “*se es casi fotógrafo, pero no creativo*”<sup>7</sup> Es decir, que la imagen tiene que ser objetiva y aportar la mayor cantidad de datos para su estudio, porque recordemos que estas imágenes normalmente se utilizan para realizar análisis cualitativos y cuantitativos de manera científica, por lo que el objeto debe estar bien visible y en la posición

---

<sup>7</sup> Melgosa Revillas, Segi. *Guía de la termografía Infrarroja*. Comunidad de Madrid. FENERCOM.2011

que de más información. Aconsejan acercarse lo más posible siempre y cuando no sea peligroso.

A nosotros nos parece que es uno de los elementos de control de la cámara más importantes, ya que, a través de el visor encuadramos la imagen y decidimos que partes del sujeto van a ser incluidas o excluidas del tema.

Enfocar la imagen es esencial, porque si está desenfocada la medida es incorrecta. Además desde nuestro punto de vista y dada la poca resolución que tienen las imágenes que se consiguen con estas cámaras, si están desenfocadas, pueden resultar confusas y si ningún tipo de interés.

Las ópticas de estas cámaras están formadas por lentes de germanio, material que tiene una transparencia a los rayos infrarrojos del 99%. Existen objetivos gran angulares, de ángulo normal y teleobjetivos que se pueden intercambiar. Esto nos permite abarcar mayor o menor cantidad de sujeto y escoger el encuadre que deseemos.

En el detector de IR es donde se van a convertir las señales de la radiación en señales eléctricas, y son éstas las que luego se van a convertir en imagen visible. A la habilidad del detector para reproducir detalles de la imagen se la denomina resolución. El IFOV<sup>8</sup> define el objeto más pequeño que se puede convertir en imagen y se mide en mrad, en la termografía corresponde a un pixel. El campo de visión describe el área representada y localizada por el detector, se mide en grados y se denomina FOV<sup>9</sup>

La diferencia de temperatura, equivalente a ruido es el NED<sup>10</sup> e indica la menor diferencia de temperaturas que la cámara puede medir entre dos píxeles, nos indica la sensibilidad térmica.

La resolución visual afecta a la claridad con que se pueden ver las imágenes y está ligada a la resolución radiométrica, que se refiere a la mínima diferencia de temperatura detectable. Como cualquier dispositivo óptico, una cámara termográfica tiene un límite de resolución. Este límite depende del tamaño del detector de infrarrojos, de la cantidad de píxeles que es capaz de generar para la imagen y de la óptica utilizada. A una cierta distancia cuantos más píxeles

---

<sup>8</sup>Del inglés, campo de visión instantáneo (instantaneous field of view)

<sup>9</sup>Del inglés, campo de visión (field of view)

<sup>10</sup> Del inglés, diferencia de temperatura equivalente a ruido (noise equivalent temperature difference)

tenga la imagen, obtendremos mayor resolución. De momento el máximo que se ha conseguido es de 640 x 480 (0,5 megas) lejos de la resolución conseguida por las cámaras que trabajan con el espectro visible. Estas cámaras son las más precisas en sus mediciones. Con una cámara de estas características y con una lente de 45°, es posible inspeccionar un área de alrededor de 4x3 metros a 5 metros de distancia. Una alta resolución ayuda a medir e interpretar con mayor precisión.

En cualquier cámara térmica, el límite de resolución también va a depender de la distancia a la que nos situemos del objeto. De todas maneras, las cámaras incluyen una herramienta que nos puede servir de guía y ayuda para conocer el tamaño mínimo que se puede medir. Consiste en un puntero que tiene que cubrir por completo el objeto de nuestro estudio, ya que si no lo cubre no se conseguirá una medición correcta.

Al realizar una termografía debemos fijar las temperaturas máxima y mínima a partir de las cuales se puede medir con la cámara. Esto se lleva a cabo mediante el rango. Se trata de que la cámara no reciba más radiación de la necesaria ya que no aporta información, y evitar que el detector se sature. Si la temperatura del objeto está por encima del rango la imagen estará saturada y no servirá de nada (saldrá blanca).

El rango no se puede variar una vez realizada la imagen, pero puede ser bastante amplio, por ejemplo en edificación se suele usar de -20°C a 120° C. Si se selecciona un rango bajo el objeto debe tener una temperatura comprendida en ese intervalo, y si no es así la imagen se quema, se pierde.

El intervalo de temperaturas que se ven durante la inspección es el campo. También se denomina contraste térmico y la cámara lo ajusta automáticamente.

Se puede hacer más ancho o estrecho, en la cámara "in situ" y a posteriori en el estudio. Si se fija el campo entre 40° y 50° C y el objeto está a 0°, la cámara mostrará colores negros, que son los que están por debajo del campo fijado.

Si no se fija, la cámara lo hace automáticamente entre la temperatura más alta y más baja que está viendo. El punto medio del campo es el nivel y si varía el campo también lo hace el nivel.

Teniendo en cuenta que esta técnica sirve para realizar análisis de temperatura, los otros consejos que se mencionan siempre a la hora de realizar la toma son: que el objeto no esté situado respecto a la cámara con un ángulo superior a 40° o 45°, tener cuidado con los reflejos y seleccionar una zona de elevada emisividad para llevar a cabo la medida.

Dado que las imágenes que se generan son digitales, para interpretar el código binario, las cámaras térmicas ofrecen distintas paletas de colores con las que visualizarlas. En función de la que se seleccione se asignaran distintos colores a una misma temperatura aparente, para conseguir diferentes efectos y contrastes.

Si tenemos un objeto de medida con poco contraste térmico trataremos de dárselo con una paleta de alto contraste de colores. El cambio de una paleta a otra se puede realizar también a posteriori en el estudio, gracias al software que acompaña a las cámaras y que sirve para analizar las termografías y crear informes. Así mismo, disponer de múltiples paletas, incrementa las posibilidades de expresión, ya que la misma imagen puede cambiar completamente al cambiar de paleta.

Existe también la posibilidad de realizar mosaicos con las imágenes captadas. La resolución o el tamaño de la imagen infrarroja es muchísimo más pequeña que la de cualquier imagen que podamos obtener con una cámara fotográfica digital, la diferencia puede llegar a casi cien veces menos, lo que redundará en la nitidez. La única forma de incrementar esta resolución es partir de imágenes pequeñas y fusionarlas o fundirlas haciendo un mosaico<sup>11</sup>.



Modelos de cámaras térmicas, (Imagen propiedad de Flir)

---

<sup>11</sup> Información proporcionada por Don Rafael Royo ingeniero del Instituto de Ingeniería Energética. Universidad Politécnica de Valencia.





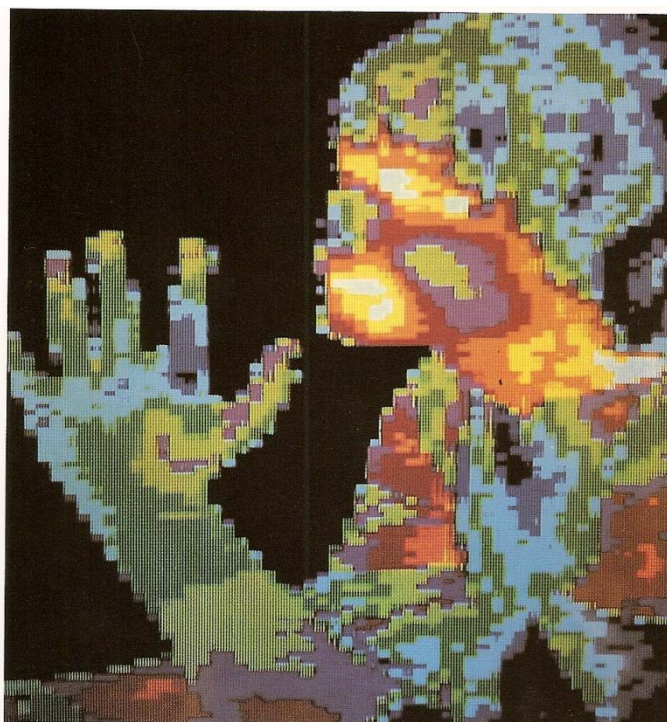
## **5. REFERENTES Y ANTECEDENTES**



No es extraño que los artistas se apropien de nuevas técnicas para generar su obra. Llevados por la curiosidad y su afán de conocimiento, de explorar y encontrar nuevas formas de expresión, no han desaprovechado hacer uso de nuevos materiales o nuevas tecnologías cuando estos eran útiles para sus fines.

Nos hemos fijado en autores que han utilizado y utilizan técnicas de conversión de radiaciones invisibles en visibles para el ojo humano, como medio para crear imágenes artísticas, dando a conocer otras visiones de nuestro mundo. Y lo han hecho mediante el uso de técnicas destinadas a la investigación científica

**Richard Lowenberg** y **Gianiraz Haussman**, son dos artistas que experimentaron los recursos técnicos y estéticos de los escáneres de diagnóstico clínico a finales del siglo pasado. Lo hicieron con colaboración médica y sus imágenes no son los termogramas, sino las pantallas de visualización. Los aparatos termográficos estaban conectados al ordenador<sup>12</sup>.



Obra de Richard Lowenberg. Scanner.

---

<sup>12</sup> Fontcuberta, Joan y Costa, Joan. *Fotodiseño. Enciclopedia del diseño*. Ed. Ceac. Barcelona, 1992



Obra de Gianiraz Haussman. Scanner.

**Nick Veasey**<sup>13</sup>, (Islington, Inglaterra 1962) combina la radiografía con el medio formato y tratamiento con Photoshop, con el que colorea las imágenes. Tiene un búnker en Kent, donde trabaja. Hace radiografías de objetos y de un esqueleto en distintas posiciones y luego las monta. Busca en lo más cotidiano el placer de lo desconocido, y dice de sí mismo que en este mundo obsesionado por las imágenes, le gusta desafiar el modo en que reaccionamos a la apariencia física subrayando la, a menudo sorprendente belleza interior. Dice que su arte especula sobre como es en realidad el mundo natural y el de los objetos. *“No todo mejora al contacto de los rayos pero algo cambia en nuestra percepción cuando observamos las cosas desde dentro. Puede que una tostadora no tenga alma, pero sí una vida interior que ignoramos y que puede revelarnos otras cualidades y perspectivas. Lo más mundano también puede resultar fascinante.”*<sup>14</sup>



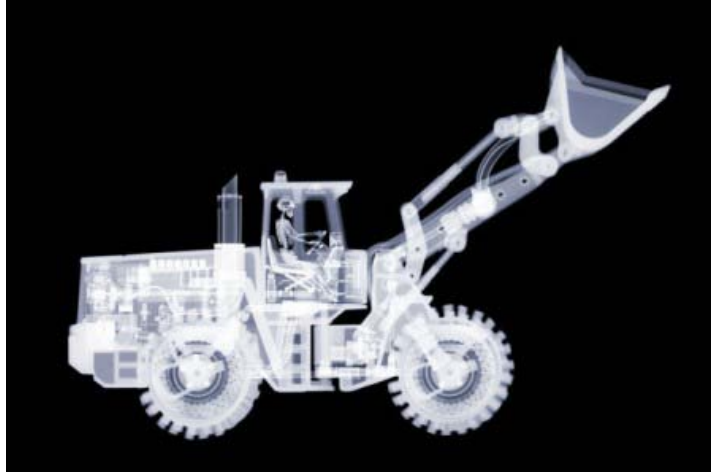
Nick Veasey. Radiografía.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> [www.nickveasey.com](http://www.nickveasey.com)

<sup>14</sup> G. Rosado Benjamin “Rayos X en los ojos” *Del magazine de El Mundo*. 2011.

<sup>15</sup> <http://tejiendoelmundo.wordpress.com/2010/08/02/las-mega-radiografias-de-nick-veasey/>



Nick Veasey. Radiografía.<sup>16</sup>



Nick Veasey. Radiografía.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Imagen <http://tectonicablog.com/?p=20541>

<sup>17</sup> <http://tejiendoelmundo.wordpress.com/2010/08/02/las-mega-radiografias-de-nick-veasey/>

**Sir Simon Marsden**, (1948 – 2012) fotógrafo inglés fallecido en enero de este año, trabajaba el IR en blanco y negro creando imágenes de marcado estilo gótico. En su página Web,<sup>18</sup> que mantiene sus palabras, dice que quiere mostrar que lo que nosotros estamos en condiciones de creer real, puede no ser totalmente como parece, si nos tomamos el tiempo de indagar. Asiduo lector de historias de fantasmas, confiesa su obsesión por estos, y aunque deja bien claro que él no quiere convencer a nadie, dice que cree en otra dimensión, en un mundo paralelo al nuestro real y que cuando se dan las condiciones lo podemos ver. *“La cualidad mística de mis fotografías refleja este antiguo orden e intenta revelar lo que es eterno.”* Ha fotografiado territorios físicos en los que busca el subconsciente. Comenta que durante años lo que más le intrigaba era la magia del tiempo y la luz y el enigma que esos elementos conjugan. Que durante años ha intentado introducirlo en sus trabajos de varias maneras buscando la irrealidad de lo real y la realidad de lo no real. Indica también que los avances científicos y tecnológicos están robando mucho de su misterio, que la ciencia puede explicar todo si la dejamos, pero suprimir el subconsciente espiritual es peligroso.



Simon Marsden. Moydrum Castle, Ireland. Fotografía IR. 1999

---

<sup>18</sup> [www.simonmarsden.co.uk](http://www.simonmarsden.co.uk)

**Attilio Veratti**<sup>19</sup> es un ingeniero brasileño con el que nos hemos puesto en contacto, especialista en termografía, materia de la que imparte clases. Utiliza la termografía de manera creativa y ha tenido la amabilidad enviarnos algunas de sus imágenes acompañadas de unas palabras que, por su interés para este trabajo, reproducimos textualmente:

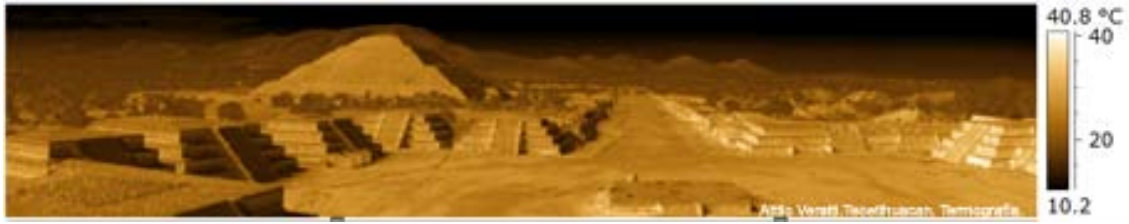
*“Desde la primera publicación que elaboramos, en el inicio de la década de 1980, nuestro lema era “Explora con nosotros el universo térmico que nos rodea”. Con la llegada de los equipos infrarrojos de alta resolución las imágenes térmicas ganaron una dimensión sorprendente, por el hecho de poder presentar una belleza que trasciende a la aplicación original de medir temperaturas o mostrar distribuciones térmicas. Esa belleza se reveló en la observación de construcciones arquitectónicas, de personas en sus actividades diarias y en la visualización de elegantes gradientes térmicos o campos eléctricos. En nuestro curso Nivel I de Termografía tenemos un concepto llamado “Composición de la imagen”. La composición puede ser definida como “la presentación adecuada del objeto en estudio”, concepto subjetivo que apunta al campo en el cual la Termografía se encuentra con el arte. Para ilustrar ese punto de vista seleccione algunas termografías que considero interesantes”.*



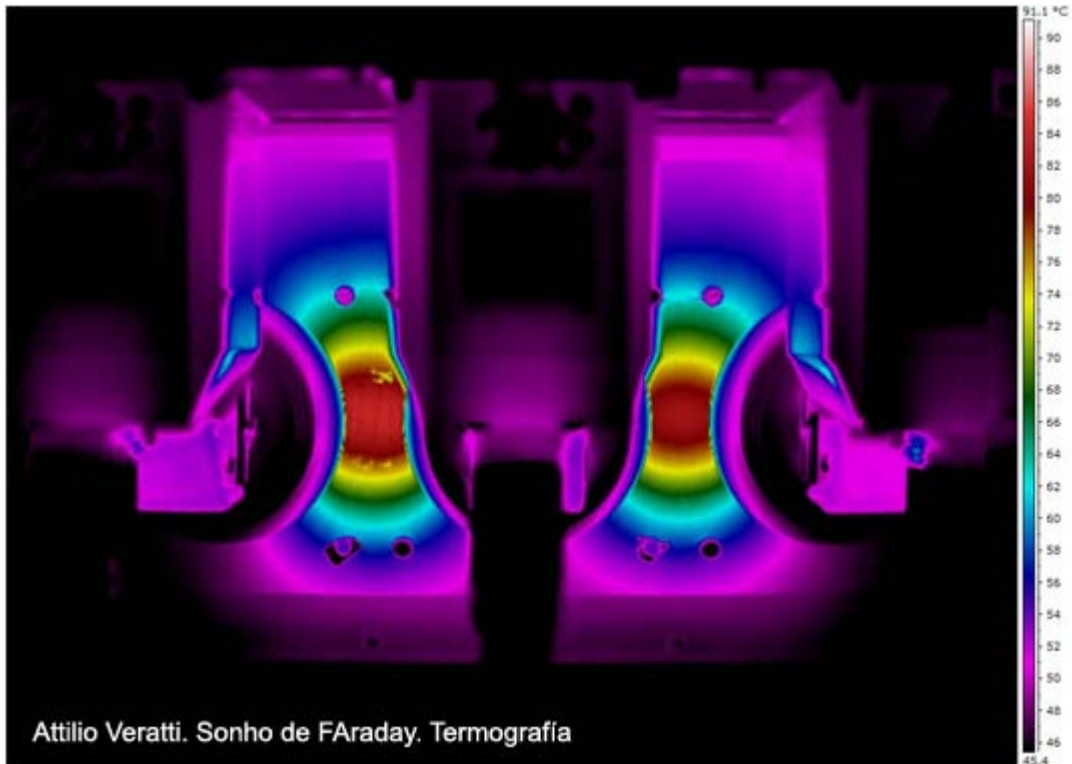
Attilio Veratti. *Forma y equilibrio.* Termografía

---

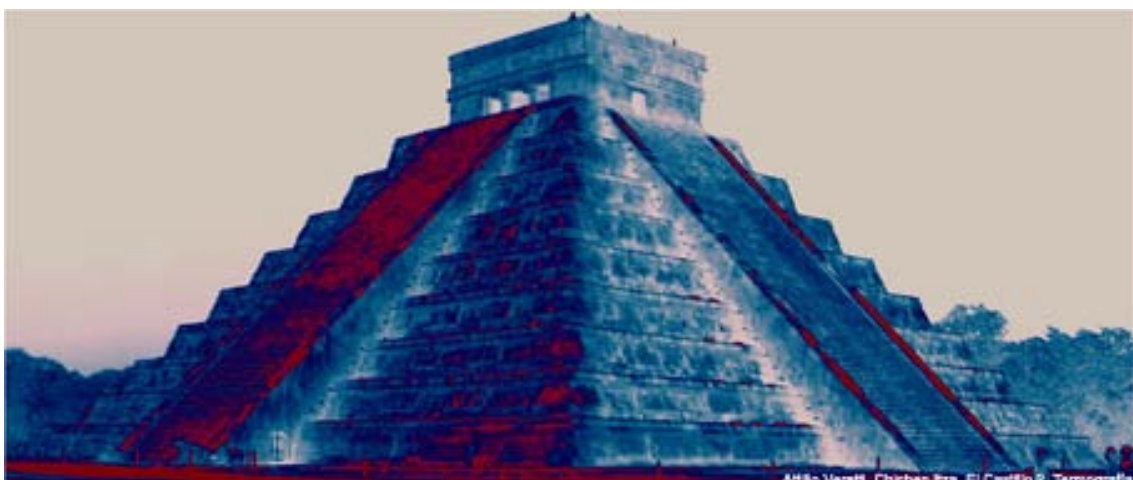
<sup>19</sup> Attilio Bruno Veratti, Engenheiro Metalurgista, Termografista Nível III ITC USA e ABENDI (Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção), Instrutor ITC América Latina. Correo electrónico. 7 abril 2012. Comunicación personal. Traducción Diego Herranz y Diogo Ludgero.



Attilio Veratti. *Teotihuacan*. Termografía.



Attilio Veratti. *Sonho de Faraday*. Termografía



Attilio Veratti. *Chichen Itza. El Castillo 2*. Termografía.

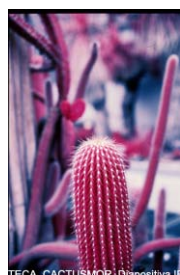


## Experiencia personal

La autora de esta investigación, ha trabajado con las radiaciones invisibles en el ultravioleta cercano y en el infrarrojo cercano mediante la técnica fotográfica, tanto a nivel científico en la restauración de obras de arte, como a nivel creativo, buscando nuevas vías de conocimiento y de expresión. Sus conocimientos de estas técnicas pueden explicar varias de las decisiones tomadas a la hora de realizar las termografías que aquí se presentan.



## Diapositivas Infrarrojas





## **6. LA OBRA: DESARROLLO PRÁCTICO Y PERSONAL**



Como hemos visto anteriormente, las radiaciones infrarrojas son invisibles al ojo humano, y por tanto las imágenes que vamos a obtener difieren de las que obtenemos en el espectro visible ya que se rigen por otras normas, porque estamos captando la energía electromagnética que emite o refleja un cuerpo en la banda del espectro electromagnético que corresponde al infrarrojo lejano. Las imágenes que vamos a conseguir son térmicas y son muy distintas a las que obtendríamos en el espectro visible con una cámara fotográfica

Los avances de la tecnología digital han permitido que la técnica termomográfica sea más accesible y son muchos los profesionales que consideran que tener una herramienta de este tipo es esencial para el desarrollo de su profesión. Aun así el precio de las cámaras térmicas es elevado y aunque existen en el mercado muchos modelos con una amplia gama de resoluciones, generalmente se cumple que las de alta resolución como la que hemos utilizado, son las más caras.

La cámara termográfica con la que hemos realizado las imágenes que se presentan en este trabajo es el modelo P640 de Flir y, nos fue prestada por Don José Sierra<sup>20</sup> y el tiempo que pudimos disponer de ella fue de día y medio.



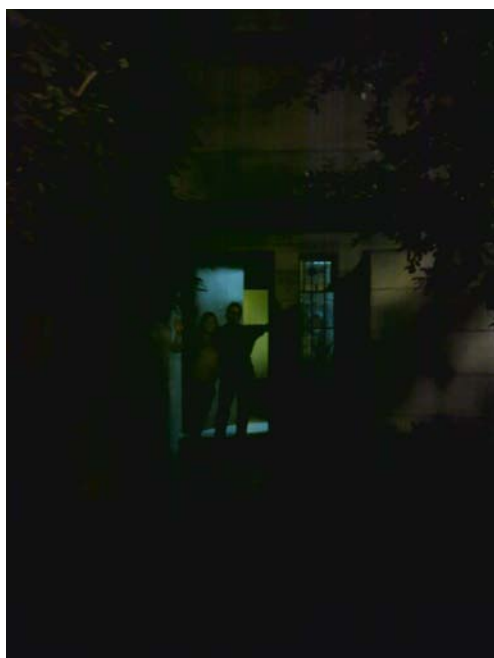
Cámara termográfica similar a la que usamos. (Imagen propiedad de Flir)

<sup>20</sup> Don José Sierra de Flir Comercial Systems.

Antes de utilizar la cámara tuvimos una reunión con Don José Sierra quien amablemente nos explicó las posibilidades que ofrece esta técnica y nos dio unas nociones, breves pero concisas sobre su funcionamiento. Pudimos preguntarle sobre diversos aspectos y fueron solucionadas algunas de nuestras dudas.

Obtuvimos datos importantes sobre el manejo de la cámara y el comportamiento de ciertos materiales ante las radiaciones en esta franja del espectro. Las principales indicaciones que nos dio fueron que es mejor realizar las imágenes por la noche ya que hay mayor contraste térmico, que la cámara obtiene dos tipos de imágenes, visuales y térmicas y que estas últimas, proporcionan contrastes de temperaturas.

Recordemos también que estas cámaras no necesitan la luz visible para funcionar, que registran los rayos IR y estos se emiten tanto de día como de noche. Esto dio lugar a que algunas de las imágenes que realizamos fueran efectuadas de manera muy intuitiva y de forma que seguramente no hubiéramos hecho si hubiéramos estado trabajando en el espectro visible.



Fotografía digital. Septiembre. 2011.



Termografía Septiembre 2011.

Consideramos que hacer un proyecto normalmente implica decidirse por un tema y afrontar las cuestiones que se pueden encontrar a lo largo de su desarrollo. Que la creatividad no surge de la nada y que necesita de un proceso. La búsqueda artística presupone hacerse preguntas, indagar y percibir, y mientras el tema evoluciona y se afirma, surgen nuevos interrogantes, todo ello para dotar a esta búsqueda de un sentido. Al explorar los campos de acción propios de esta técnica pretendemos que surja una nueva forma de expresión artística.

Teniendo en cuenta las particularidades de esta tecnología y el tipo de radiaciones que capta, definir lo que se reproduce, la elección del tema, es fundamental en esta búsqueda artística.

Por otro lado la visualización a través de un instrumento físico vuelve visible el rastro de ese instrumento. La cámara puede ser una prolongación de la mirada, expresar subjetividad, emotividad, objetividad. Pero esta objetividad es ambigua y en realidad supone una elección entre la abundante materia prima de la realidad, declararse a favor de algo, cortar, seleccionar, decidir que está dentro y que se queda fuera. Es decir establecer una visión propia.

La realidad es que se produce una dialéctica continua con el mundo exterior, abriendo nuevas e imaginativas vías que fomentan la creatividad. A menudo es una cuestión de distancias, que requiere seguimiento y evolución, para que continúe innovándose, dando giros a la representación, buscando su lenguaje específico, manifestando sus elementos diferenciadores. Todos los parámetros que introducimos, todas las variables que tenemos en cuenta, tienen una influencia sobre la elección estética y pueden y deben estar calculadas. Pero captar la imagen no es solo técnica, involucra una relación entre las cosas, una predisposición a un cierto tipo de visión.

Esta investigación que hemos realizado, supone la búsqueda del lenguaje específico del calor, de lo que va ser exclusivo de esta práctica artística. Responde a una necesidad de identificación que ponga de manifiesto los elementos diferenciadores, intentando y buscando dar un nuevo giro a la representación.

El hombre siempre ha tenido la necesidad de contar cosas a través de imágenes, ahora bien, cuando nos ofrecieron realizar las termografías para la exposición, no sabíamos como iba a ser el resultado de estas imágenes, aunque habíamos trabajado con la fotografía IR y conocíamos el mecanismo de las radiaciones. Sin embargo la fotografía IR capta el IR cercano y nosotros íbamos a trabajar con el lejano.

Hay que recordar que estas radiaciones son invisibles al ojo humano y que los cuerpos responden ante ellas de manera distinta a como lo hacen con el visible, por lo que era difícil prever el resultado. Aún así consideramos que para su realización, las normas que rigen la composición en el visible, funcionarían también en estas imágenes que íbamos a hacer con los IR lejanos. Que existen elementos formales susceptibles de ser utilizados para formar la imagen.

Nuestra forma de percepción, de comprender el mundo y la realidad, la manera de pensar occidental, tiene su origen en el Renacimiento. Hay temas que regresan, que permanecen como bases de referencia, valores estéticos de proporción, armonía y simetría, ideales que han sido retomados constantemente y que nuestra cultura ha llegado a considerar normales. Son criterios fundamentales con los que se confronta cada expresión artística aún inconscientemente y que se siguen o se transgreden de forma intencionada.

Si bien los resultados que íbamos a obtener no eran predecibles, al realizar las imágenes tuvimos en cuenta los puntos, las líneas, los planos, las texturas, los pesos y las masas, el equilibrio, la tensión, el ritmo, la forma, la geometría, el espacio, es decir, los elementos que conforman el lenguaje visual y aplicamos criterios de composición tradicionales con el fin de generar junto con los colores escogidos imágenes vibrantes. Intentamos también que fuera fácil su visualización, ya que la técnica con la que están hechas es difícil de interpretar. Hay elementos que guían la visión y captan nuestra atención.

Además y por razones obvias se tuvo muy en cuenta que los sujetos emitieran calor.

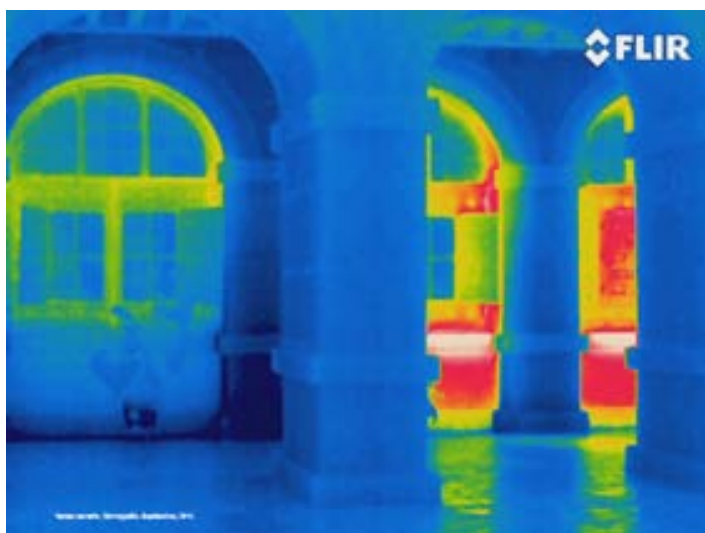
Las imágenes no han sido retocadas en ningún aspecto (solo se ha quitado el logo de la empresa que presta la cámara en aquellas que iban a formar parte de la exposición) ya que en todo momento se ha querido mostrar las imágenes tal y



como se obtienen con estas radiaciones, sin manipularlas.

Las elecciones que se han hecho son a nivel compositivo. Así mismo, se ha elegido la paleta de color porque como hemos indicado anteriormente hay varias paletas donde elegir. Creemos que en este caso también se podría hablar de falso color ya que como las radiaciones infrarrojas son invisibles para nosotros, se les ha atribuido una paleta de color predeterminada en la cámara. Con la paleta que hemos elegido, los colores que forman cada imagen son: rojo, amarillo, verde y azul. Obviamente estos no son los colores de los objetos termografiados, no se corresponden con los colores reales de los objetos.

Esta paleta fue seleccionada por su similitud con los colores obtenidos en las imágenes trabajadas anteriormente en el IR cercano y por su asociación en la imaginería popular con el calor. A este respecto, comentar que hemos buscado en el libro de Eva Heller “Psicología de color. Como actúan los colores sobre los sentimientos y la razón”, el significado psicológico de esta combinación de colores, de este acorde cromático, y podemos relacionar estas imágenes con el calor, la energía, la actividad, la diversión, la alegría, el placer, la amabilidad, el optimismo, la simpatía, el anhelo, la juventud, lo agradable, lo sano, la primavera y el verano.<sup>21</sup>Y aunque el azul participe en la formación de las imágenes, el resultado final, la sensación que transmiten la mayoría de las imágenes obtenidas es de calidez.

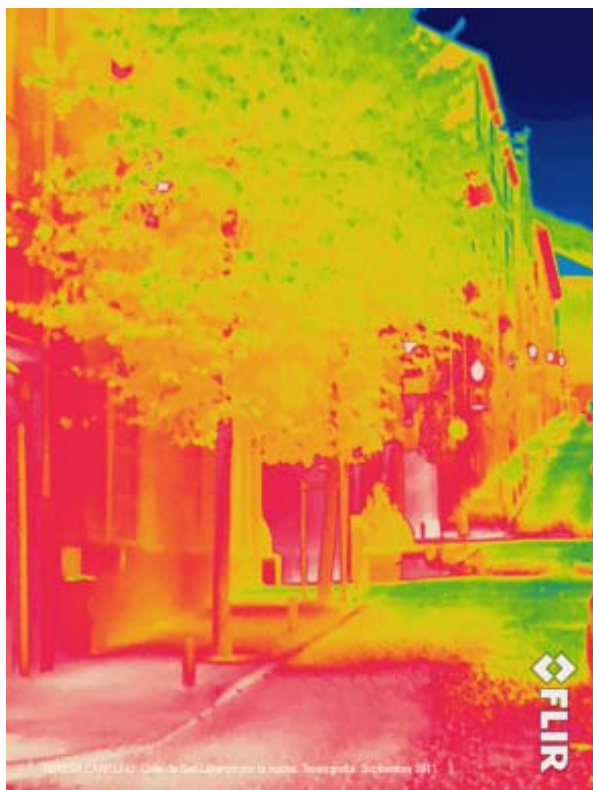


Termografía. Septiembre, 2011.

---

<sup>21</sup> Heller, Eva. *Psicología del color. Como actúan los colores sobre los sentimientos y la razón.* Ed. Guatavo Gil. Barcelona. 2007

Muchas de estas imágenes fueron captadas por la noche, sin sol o por la mañana temprano, cuando el sol todavía no calentaba demasiado. En algunas no fue posible escoger el momento del día ya que fue poco el tiempo que tuvimos la cámara y muchas las pruebas y los temas que queríamos realizar. Por todo lo expuesto anteriormente no podemos hablar de iluminación y hemos de recordar que lo que se capta en la imagen es la energía que emiten los objetos que aparecen en ella, el calor.



*Calle de San Lorenzo por la noche. Termografía. Septiembre 2011.*

Si valoramos la nitidez de estas imágenes en el contexto de la termografía, la nitidez es muy alta. Si valoramos la nitidez en el visible, no lo es tanto. Las radiaciones que captamos son diferentes y el comportamiento de los materiales también es distinto al que tienen en el visible, por lo que aunque la imagen esté bien enfocada, puede haber elementos cuya reproducción en el infrarrojo no se corresponda con la del visible. Las imágenes parten de un archivo de 0,5 megas que, recordemos, es el máximo que se puede conseguir con esta técnica en la actualidad. Esto hace que la ampliación tenga ruido, y sin

embargo, lejos de molestar, otorga una atmósfera especial a la imagen. La textura visual es brillante y liviana, como etérea.

Al analizar los resultados podríamos establecer paralelismos en lo formal con otras imágenes, pero en lo conceptual es difícil, ya que son pocas las imágenes que conocemos, que se han realizado con la misma intencionalidad que éstas.

Cuando llegó la hora de realizar las imágenes, se tuvieron en cuenta las características de la técnica, la oportunidad y circunstancias del momento, la originalidad, el carácter de prueba (primer contacto con la técnica y familiarización con la cámara) y el poco tiempo del que íbamos a disponer de la cámara (menos de 48 h).

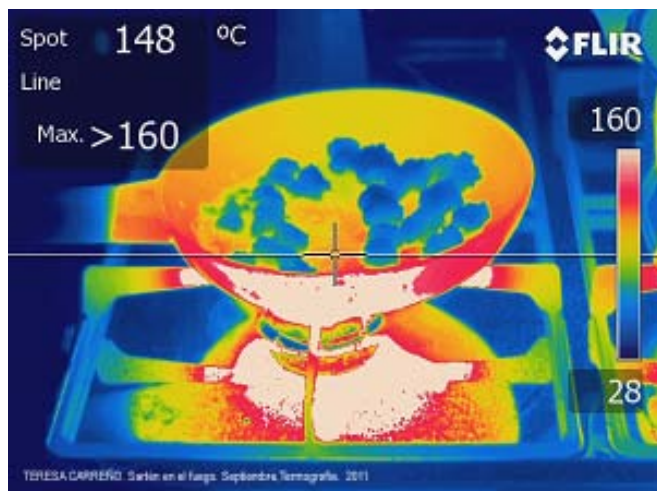
Es difícil analizar que transmitir y que resultados podemos tener con radiaciones que son invisibles a nuestros ojos, y con una técnica que no habíamos utilizado anteriormente, pero aunque no estemos seguros de los resultados que vamos a obtener, elementos como el espacio que queremos representar, el horario en que lo queremos hacer, escoger el tema, etc. si lo podemos hacer.

Cada una de las imágenes capta un momento determinado, y es posible que si variaran las condiciones meteorológicas y la hora, el resultado fuera muy distinto. Las imágenes que presentamos fueron realizadas en septiembre de 2011 y era poco probable que tuviéramos dificultades de este tipo con el clima ya que era una época de mucho calor y estable climatológicamente hablando. Respecto al horario, lo marcamos nosotros intentando aprovechar al máximo las horas que disponíamos de la cámara.

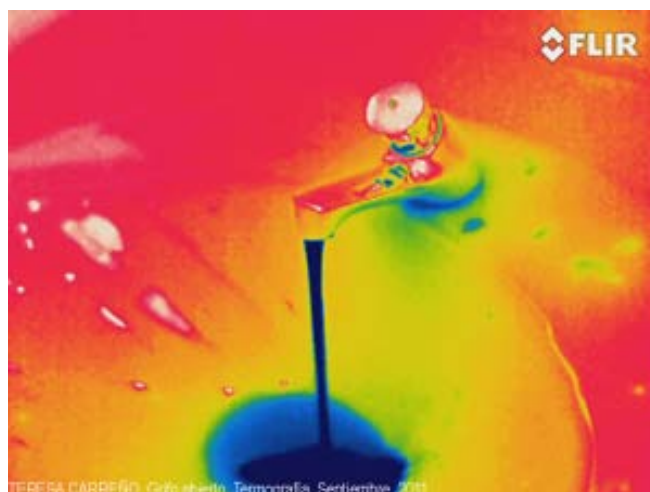
Para escoger los temas a termografiar tuvimos en cuenta las finalidades de la exposición: llamar la atención sobre la técnica, sobre el medioambiente y sobre la arquitectura. Pensamos en plantear temas que incluso en el visible pudieran resultar llamativos.

Reflexionamos sobre la emisión de calor por parte de los seres vivos y también pensamos en arquitecturas, ya que los materiales de construcción desprenden el calor que han absorbido, sobre todo al finalizar el día. Así mismo pensamos en captar imágenes para satisfacer nuestra curiosidad (caras, grifos, elementos constructivos, electrodomésticos, etc.) y debido a los trabajos realizados

anteriormente con fotografía infrarroja, pensamos en un principio en plantas, pero posteriormente tras realizar alguna prueba desechamos este tema, ya que nos pareció que no conseguíamos igualar en espectacularidad la de las fotografías infrarrojas obtenidas con anterioridad.



Termografía. *Sartén en el fuego.* Septiembre, 2011



Termografía. *Grifo abierto.* Septiembre, 2011

Respecto al porqué de los temas elegidos la razón más inmediata fue intentar hacer imágenes en lugares singulares, no accesibles a todos, es decir aprovecharnos de nuestro entorno y las posibilidades que éste nos ofrece, dado que las imágenes las íbamos a realizar en la Sierra de Madrid, en El Escorial y sus alrededores. Podíamos introducirnos en un Monasterio, y en

jaulas de rapaces, y al estar en el campo captar imágenes de muchos animales, sabiendo que tanto los seres vivos como las piedras emiten calor.

Decidimos hacer imágenes en el Monasterio de San Lorenzo de El Escorial y en el exterior, en una finca donde crían caballos y alpacas y en otra dedicada a la cría de aves rapaces. Decididos los temas nos pusimos en contacto con las personas que nos podían facilitar el acceso a los lugares elegidos y trazamos el itinerario que debíamos seguir y los horarios que debíamos cumplir.

Nuestro recorrido se inició al atardecer en el Monasterio, donde realizamos termografías en el interior y subimos a una de sus cúpulas. Desde aquí termografiamos parte de los tejados y de las otras cúpulas, el punto de vista era elevado y privilegiado. También desde aquí se realizaron tomas del pueblo y de los alrededores. En el interior intentamos realizar unas pruebas que teníamos previstas con animales disecados, pero al estar protegidos por cristales lo único que conseguimos captar fueron nuestros reflejos semejantes a sombras. Nos habían avisado de que el vidrio, por las características del material, era opaco a las radiaciones que estábamos intentando registrar, aun así lo intentamos ya que era nuestra intención comparar estas imágenes con las que obtendríamos al día siguiente con animales vivos. Plásticamente los reflejos en el vidrio pueden dar lugar a resultados curiosos e interesantes, pero en este caso supuso la imposibilidad de realizar estas pruebas. Tuvimos que rechazar la idea



Termografía. *Reflejo en lupa*. Septiembre, 2011.

Ya de noche y en el exterior del Monasterio, realizamos tomas de las fachadas, la lonja, el estanque y los alrededores. Continuamos por el pueblo donde termografiamos sus calles, sus plazas y el ambiente.

Temprano al día siguiente, para captar solo las radiaciones emitidas y no dar tiempo a que la escena se calentara, hicimos termografías diurnas en el Jardín de los Frailes, que por la noche está cerrado. Desde allí partimos hacia Peralejo, a la finca dedicada a la cría de caballos y alpacas, donde nos esperaban y termografiamos no solo los animales sino también el entorno donde habitan, las instalaciones del lugar, vehículos y maquinaria. Terminado aquí nuestro trabajo salimos hacia Robledo de Chabela. En el camino paramos en Zarzalejo, localidad que estaba en fiestas y aprovechamos la coyuntura obteniendo imágenes termográficas del folclore local. Cuando llegamos a Robledo hicimos termografías a las rapaces, introduciéndonos en las jaulas y situándonos a muy poca distancia de ellas, consiguiendo imágenes muy interesantes. Era mediodía y debíamos ir a Madrid a devolver la cámara. Habíamos realizado 515 termografías<sup>22</sup>.

La elección de las imágenes para la exposición, fue larga y laboriosa, dada la gran cantidad de material que habíamos obtenido.

Fueron determinantes las condiciones que nos demandaban desde la organización de la exposición. Debíamos entregar siete imágenes comprensibles para la mayoría del público, tamaño DIN A3 en vertical para la exposición real, que irían en soporte foam. Para la exposición virtual las imágenes debían estar maquetadas en horizontal, debido a las pantallas y ser de 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB.

Hicimos una primera selección rechazando las imágenes monocromas, las muy pixeladas y aquellas que tenían malos encuadres.

En una segunda selección, desestimamos las abstractas, aquellas con mucho blanco, demasiado contraste y las que al tener multitud de detalles impedían reconocer el tema.

En tercer lugar separamos las horizontales de las verticales y de entre las que eran semejantes escogimos solo una.

---

<sup>22</sup> Realizadas en “Yeguada la Cruz” en Peralejo y en “Cetrería y Arte” en Robledo de Chabela. Madrid.

Finalmente nos decidimos por siete imágenes para la exposición real y siete para la exposición “on line”, que aparte de cumplir todos estos requisitos, pensamos que también eran susceptibles de llamar la atención del público sobre los fines de la exposición.

La exposición “UP 750NM, IMÁGENES TERMOGRÁFICAS”<sup>23</sup> fue organizada por la Escuela de Diseño CENP (Centro Español de Nuevas Profesiones), la Asociación Arquitectos (aA), y el Instituto Español para el Diseño Sostenible IEDS-CENP y se inauguró el 3 de octubre de 2011 en la sede del CENP de Madrid. Simultáneamente a ella se llevaron acabo las conferencias y mesas redondas “Urbanismo y sostenibilidad. Las nuevas fronteras”. Diálogos contemporáneos en Madrid VI y “Ante la nuevas percepciones que conforman nuestras Civitas”

Habíamos conseguido generar y exponer imágenes utilizando un lenguaje propio y característico de la técnica termográfica, haciendo visible aquello que no lo es: el calor.



<sup>23</sup> <http://www.ieds.es/salavirtual.asp>



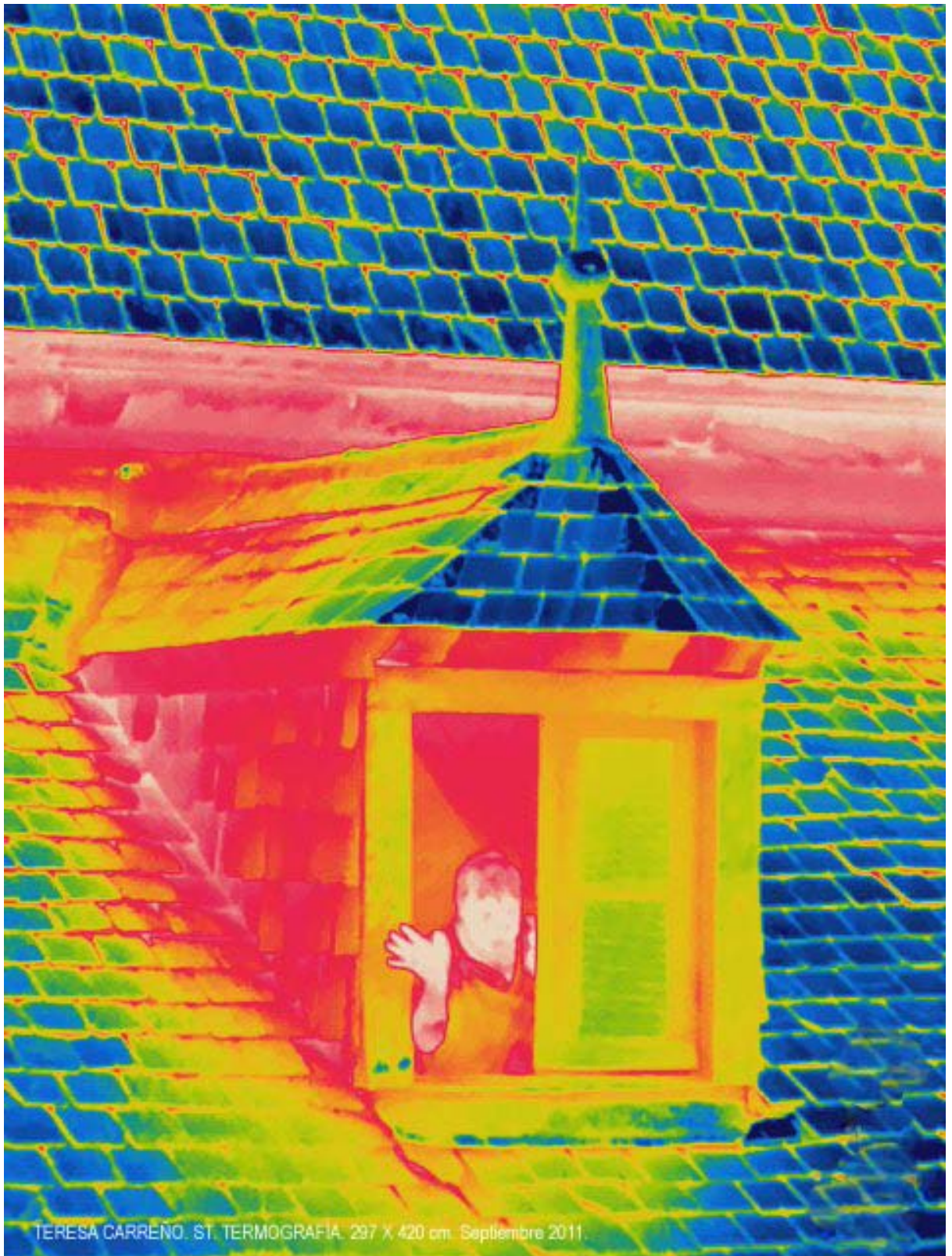


## 6.1 IMÁGENES DE LA EXPOSICIÓN

Exposición “UP 750NM, IMÁGENES TERMOGRÁFICAS”  
3 de octubre de 2011 en la sede del CENP de Madrid.

Exposición On Line  
<http://www.ieds.es/salavirtual.asp>

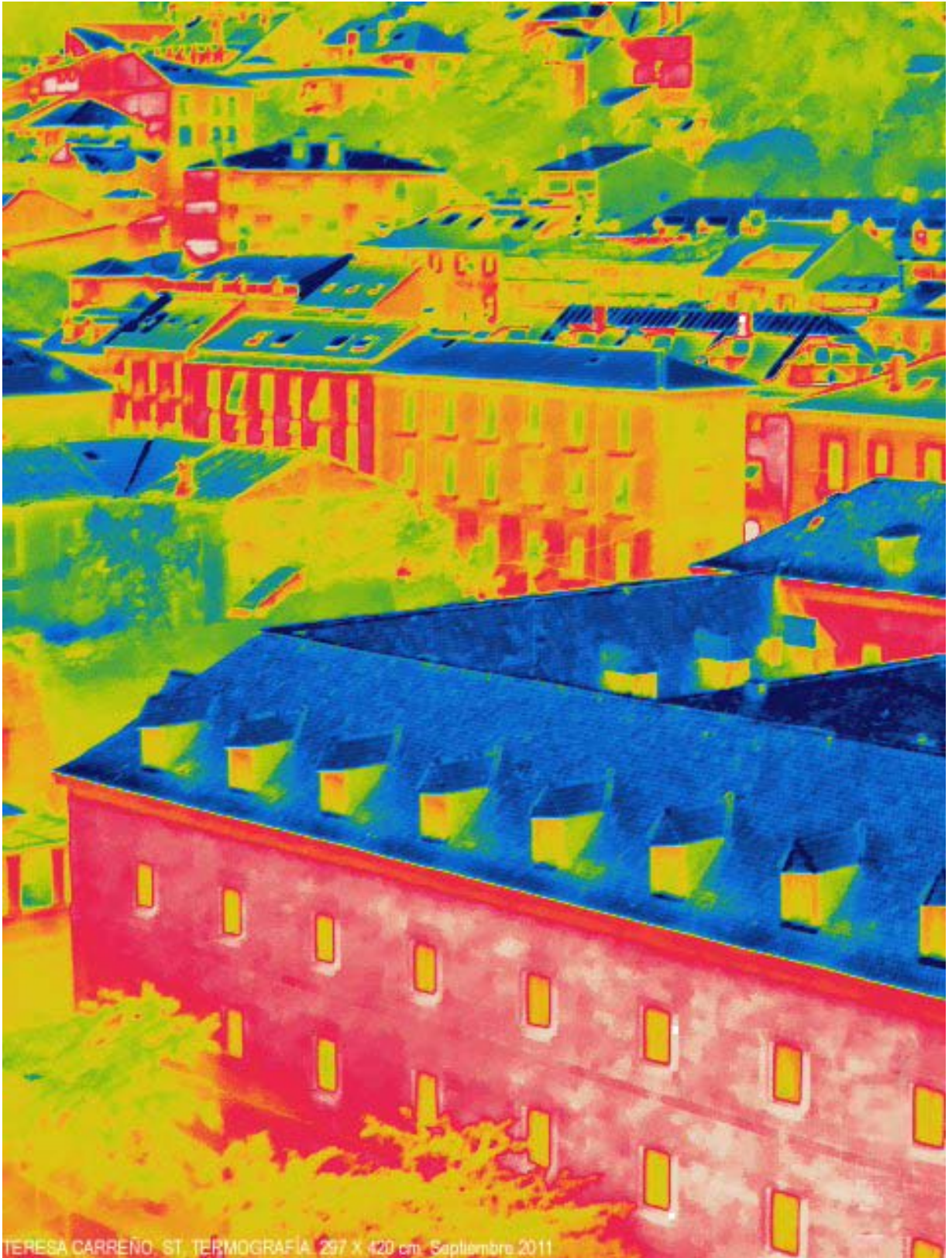




TERESA CARREÑO. ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.

ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.

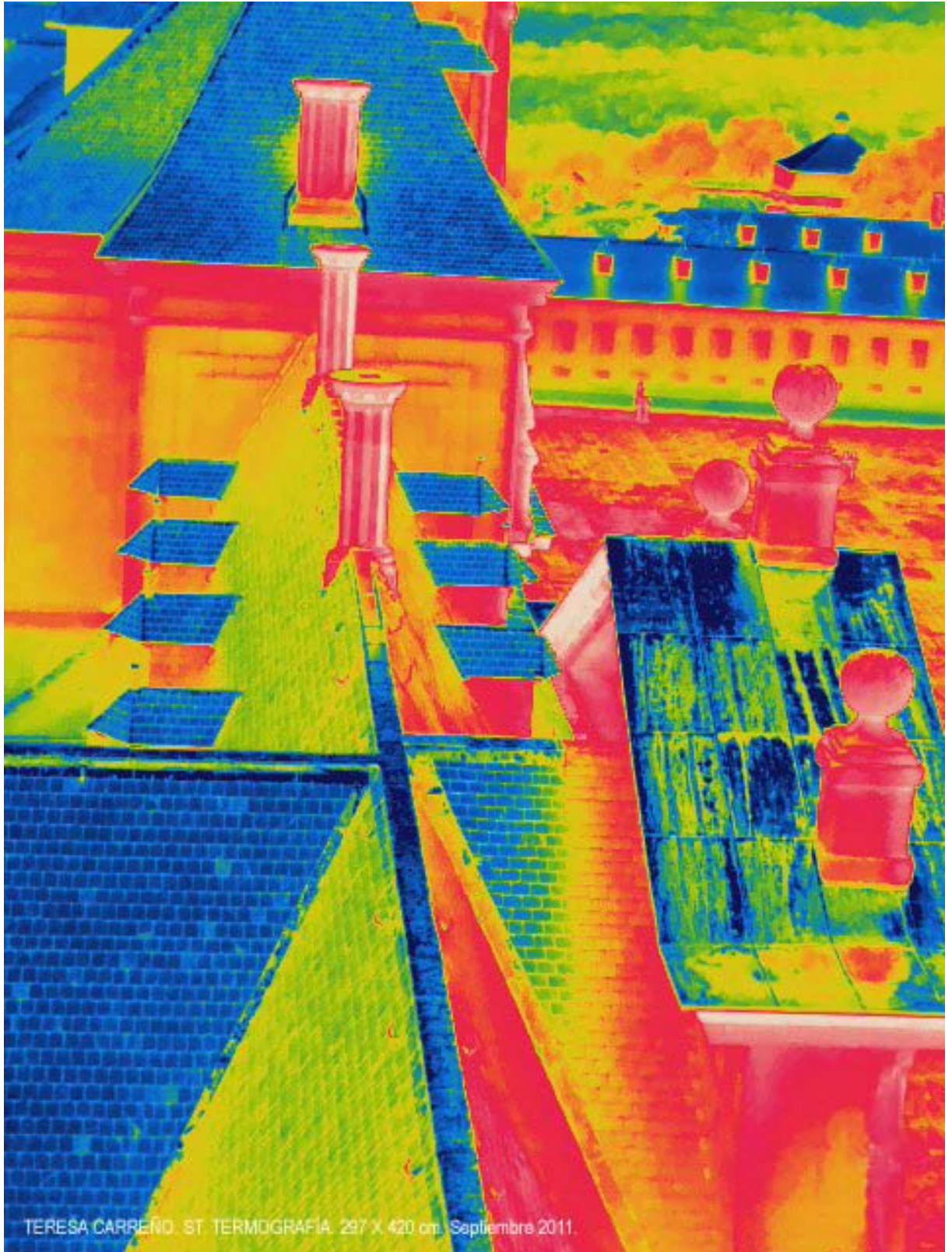




TERESA CARREÑO. ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011

ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.

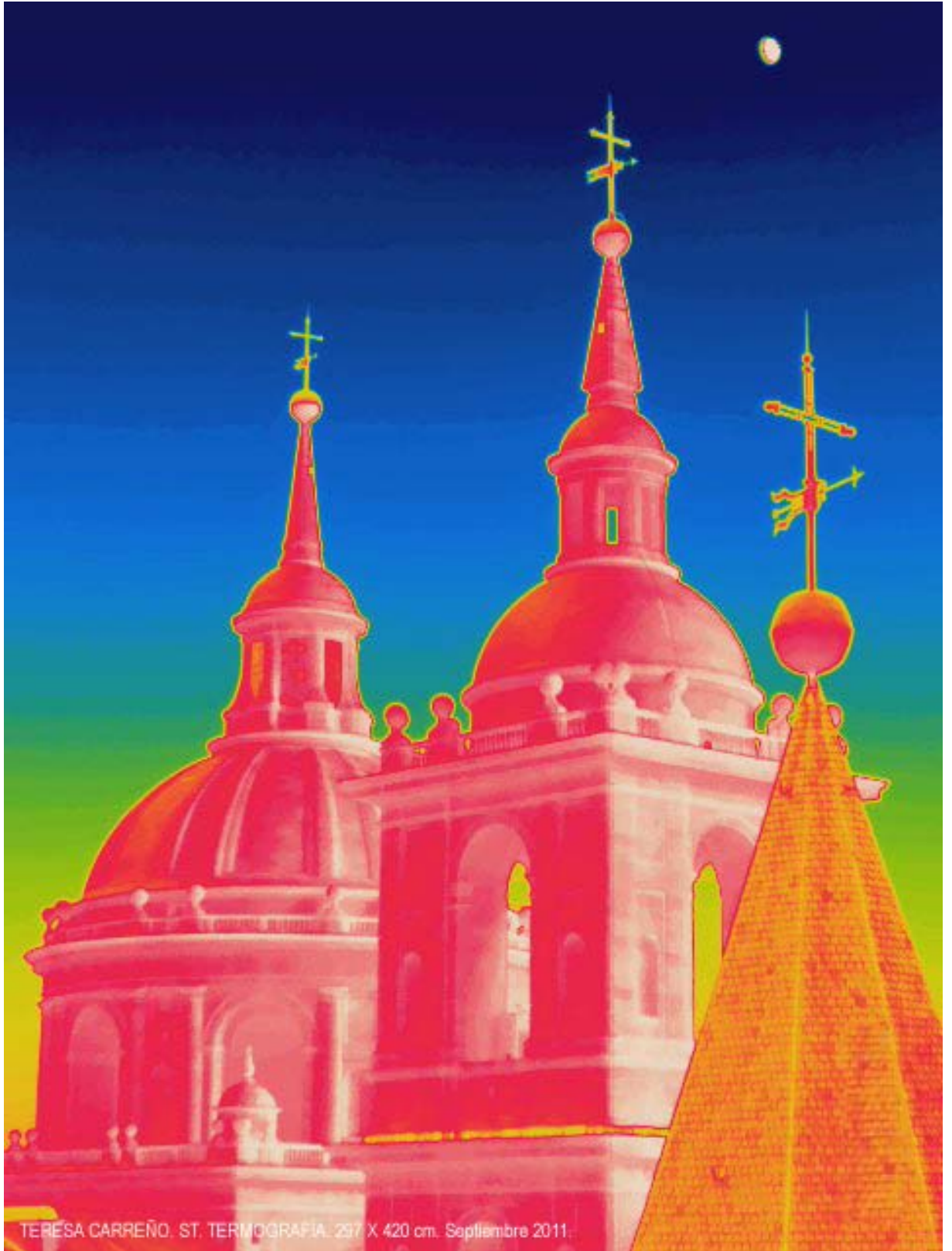




ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.



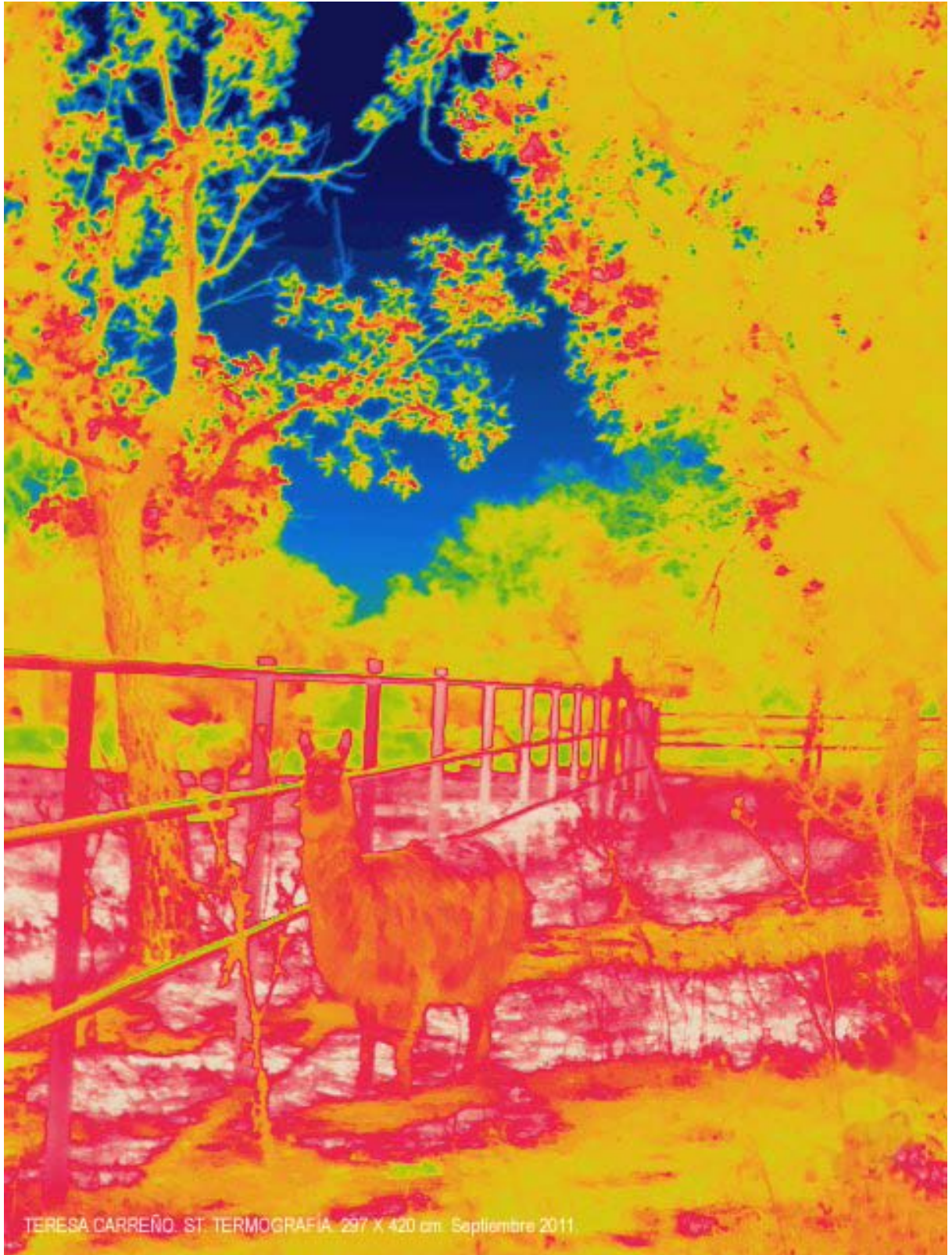




TERESA CARREÑO. ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.

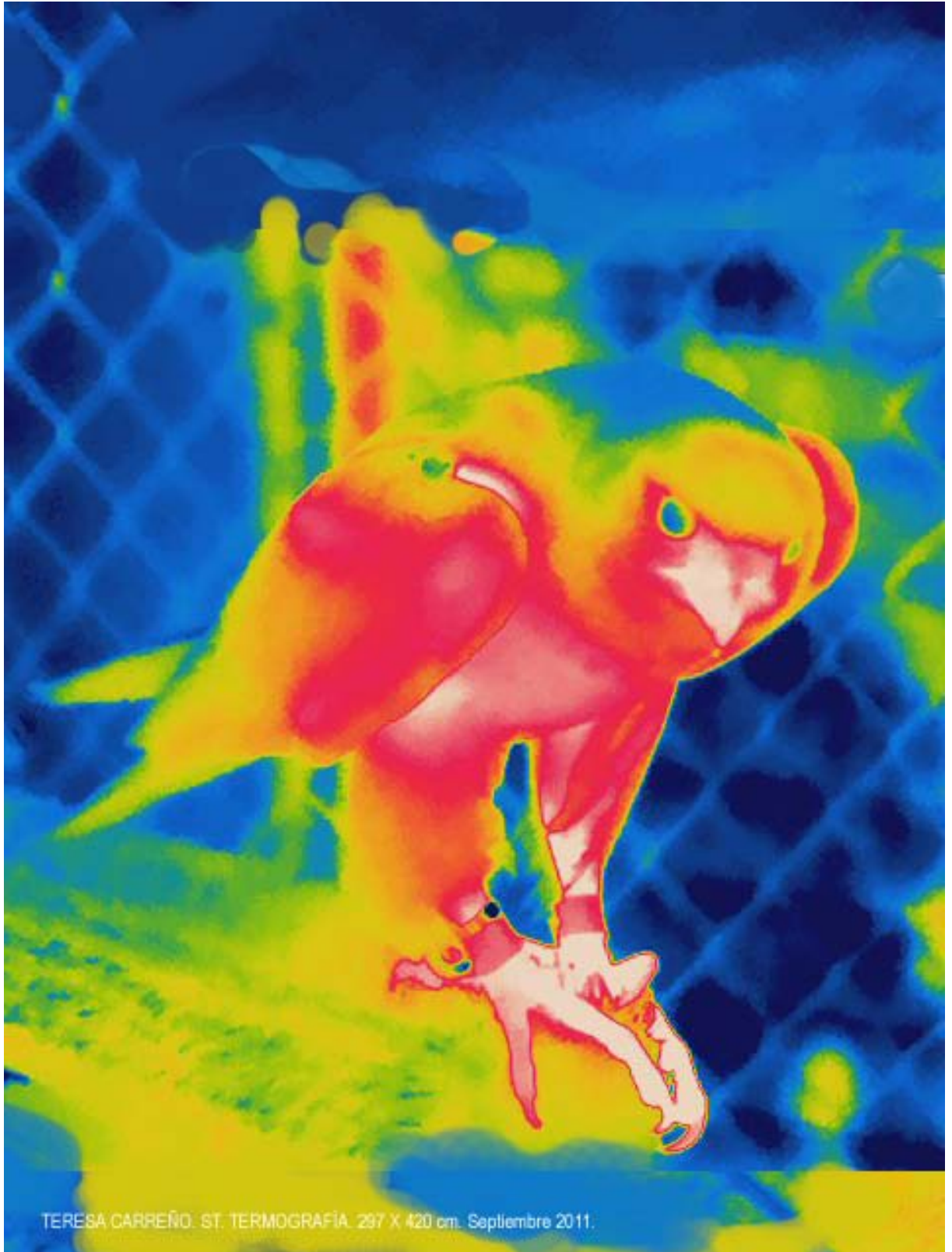
ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.





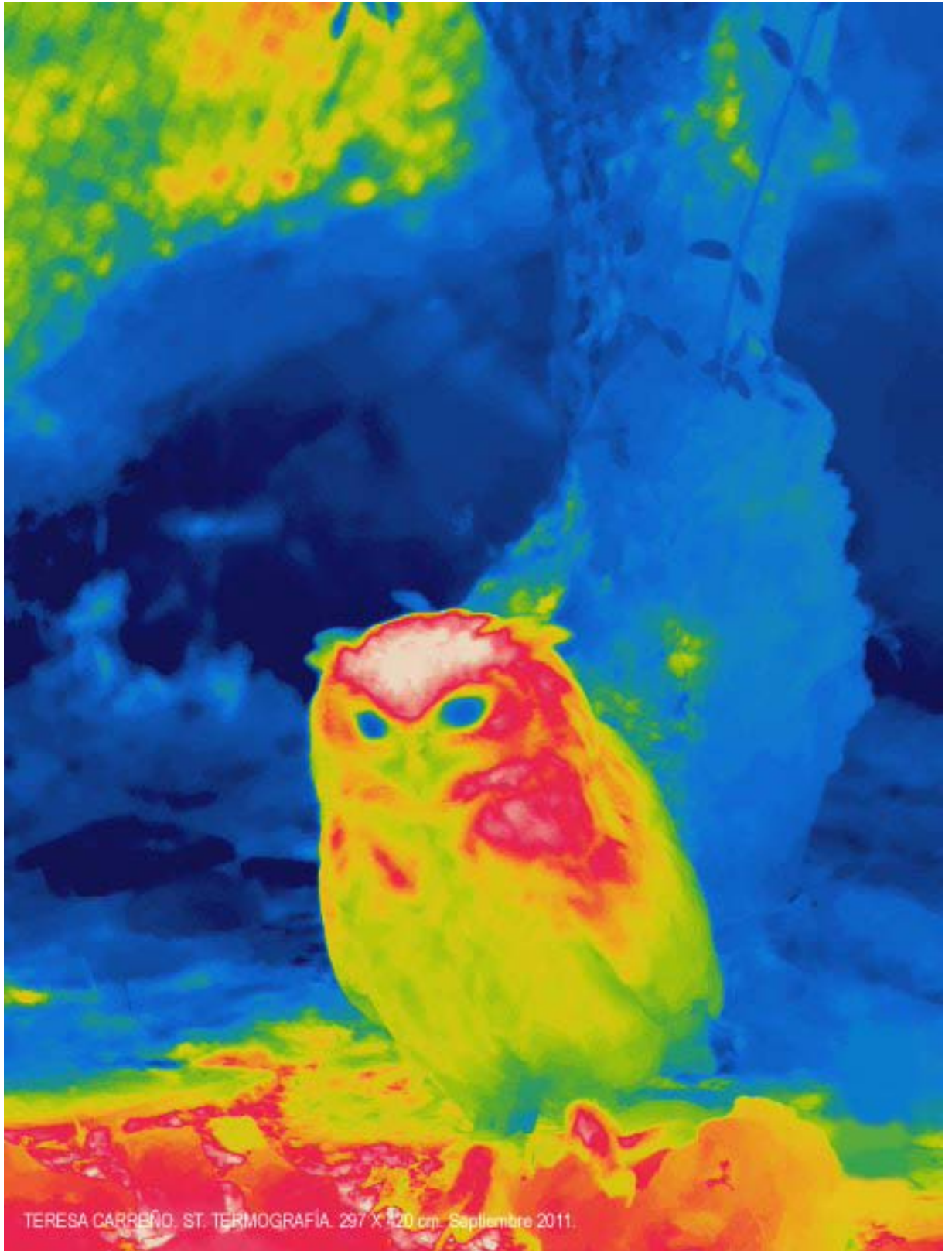
ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.





ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.

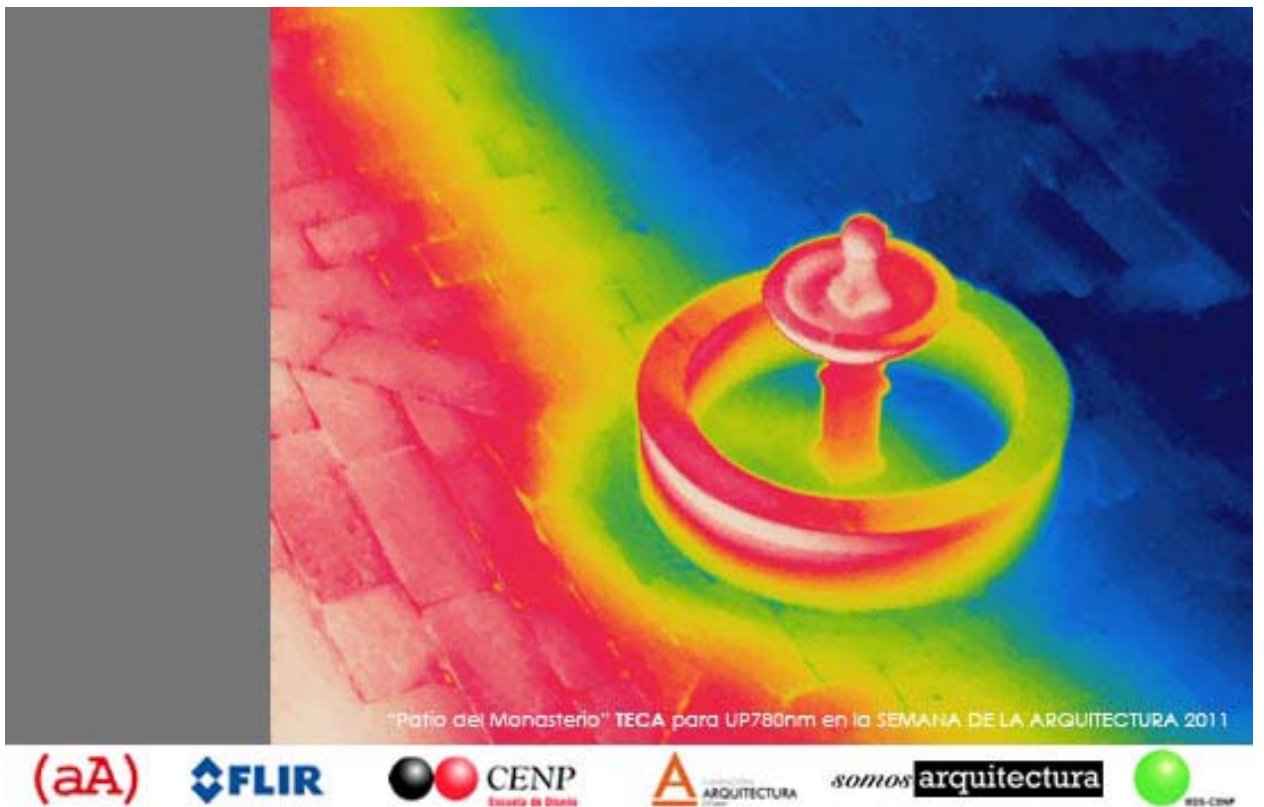




ST. TERMOGRAFÍA. 297 X 420 cm. Septiembre 2011.

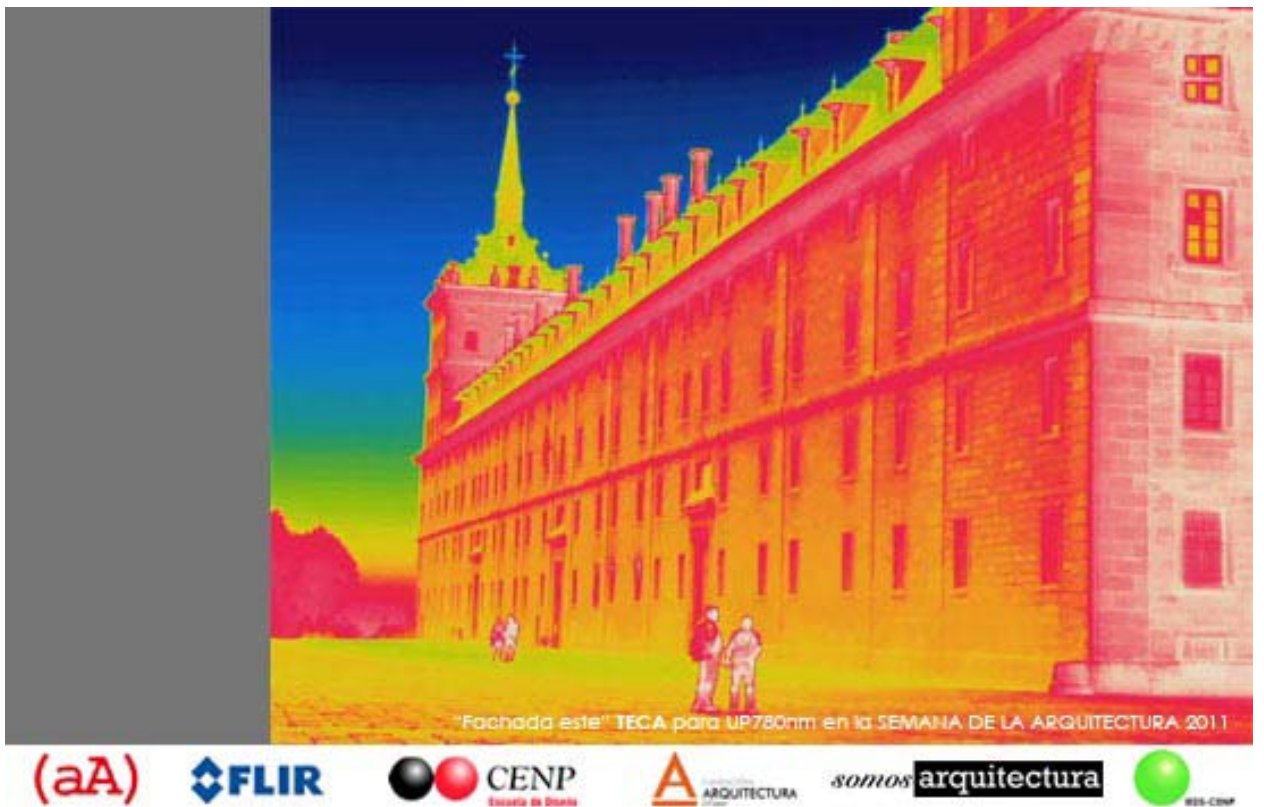






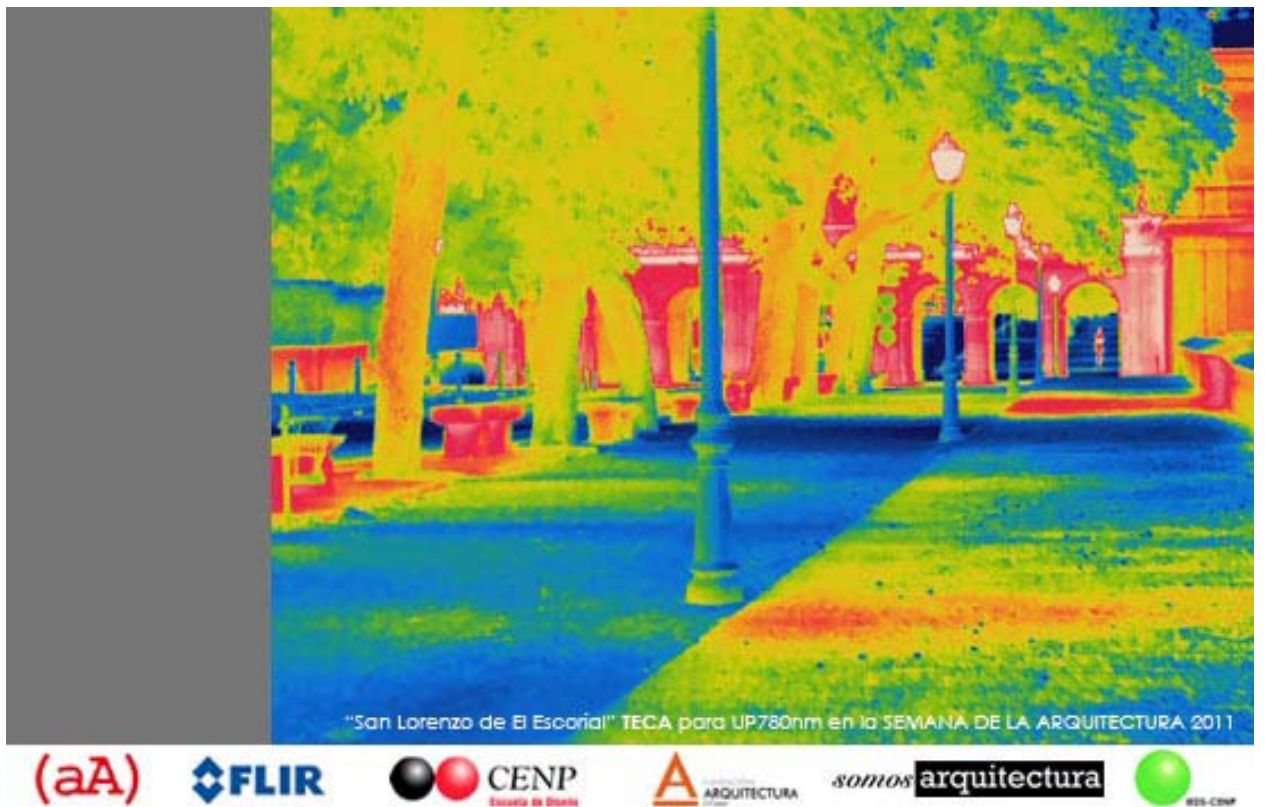
PATIO DEL MONASTERIO. TERMOGRAFÍA. 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB. SEPTIEMBRE 2011.





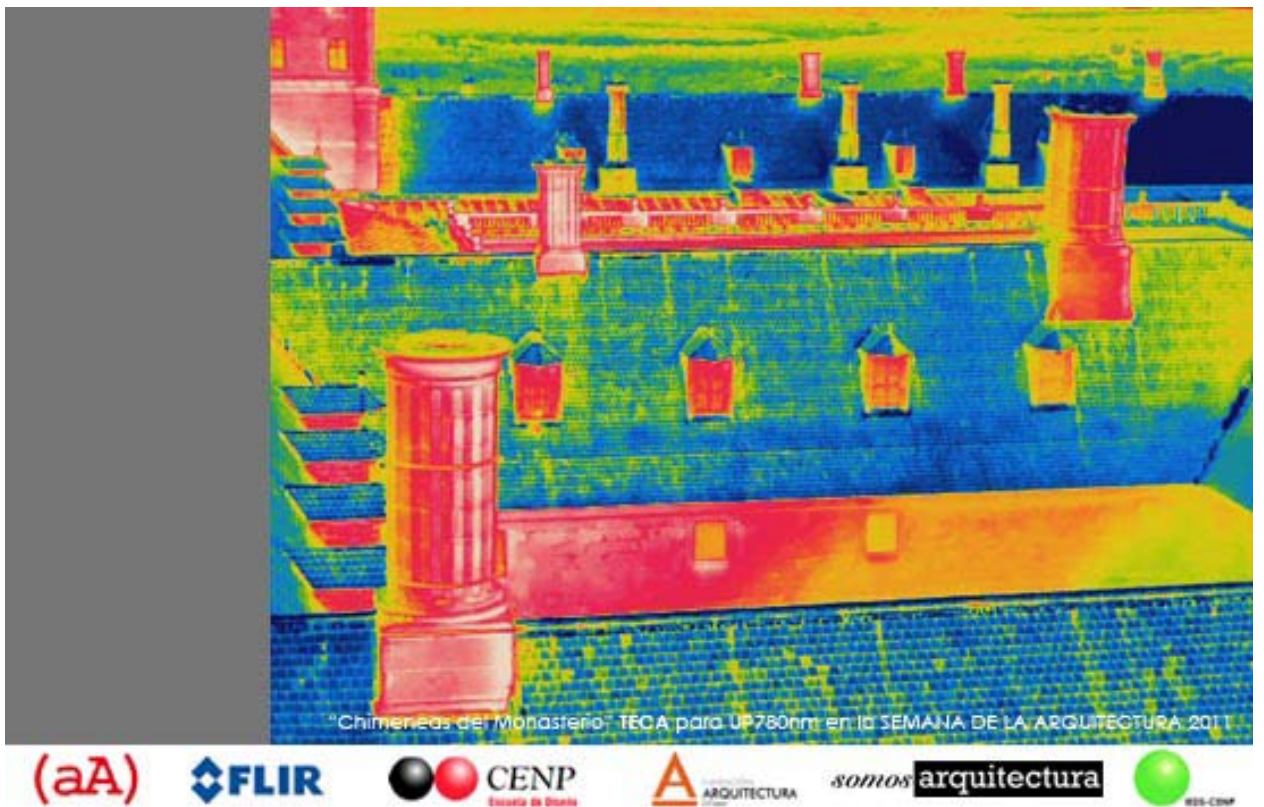
FACHADA ESTE. TERMOGRAFÍA. 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB.  
SEPTIEMBRE 2011.





SAN LORENZO DE EL ESCORIAL. TERMOGRAFÍA. 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB. SEPTIEMBRE 2011.





CHIMENEAS. TERMOGRAFÍA. 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB.  
SEPTIEMBRE 2011.





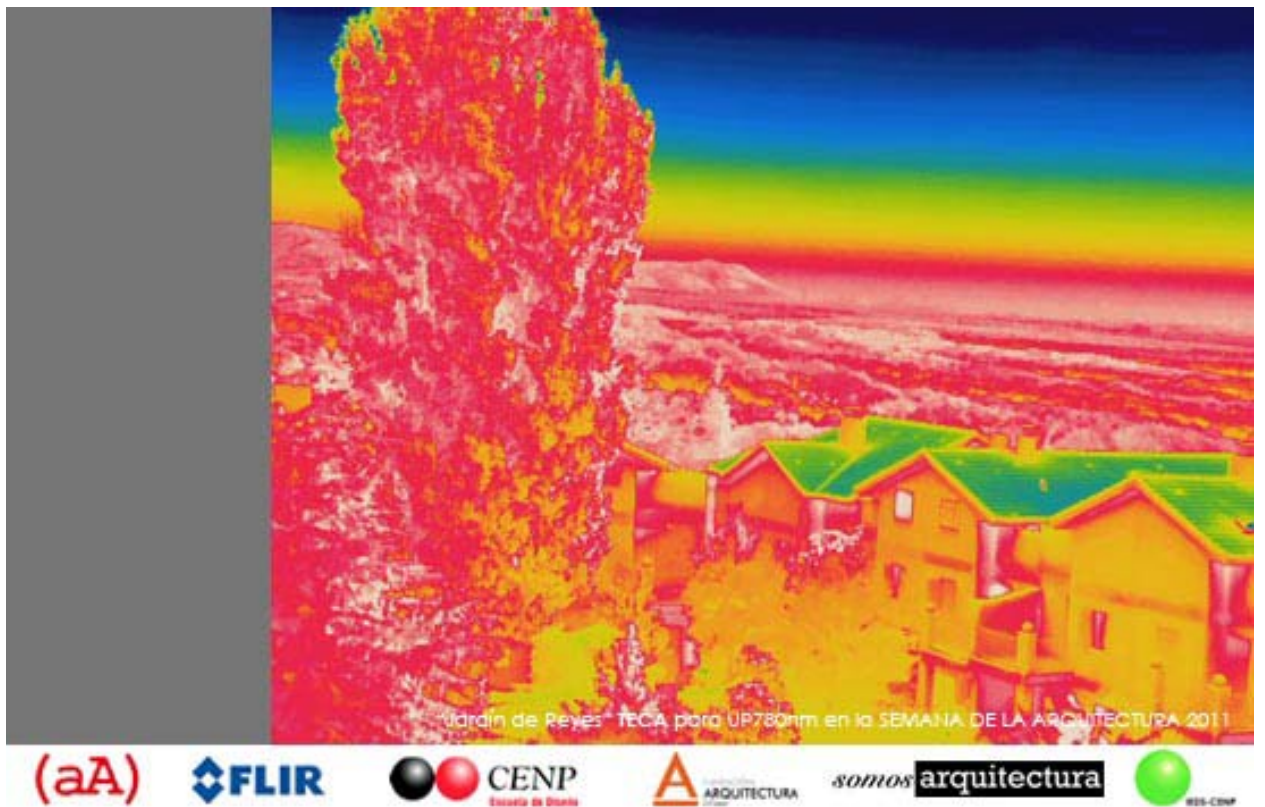


"Cúpula del Monasterio" TEMA para UP780nm en la SEMANA DE LA ARQUITECTURA 2011



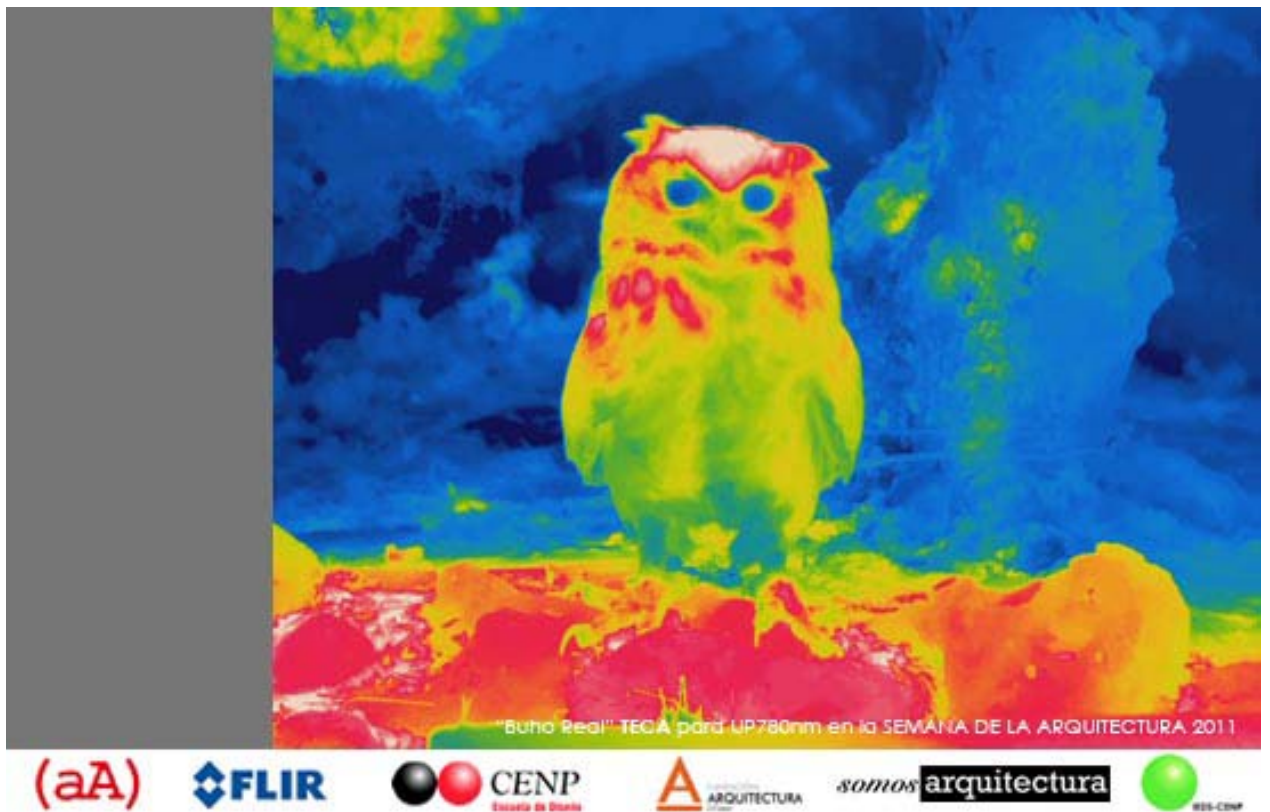
CÚPULA. TERMOGRAFÍA. 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB.  
SEPTIEMBRE 2011.





JARDÍN DE REYES. TERMOGRAFÍA. 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB.  
SEPTIEMBRE 2011.





BUHO REAL. TERMOGRAFÍA. 550 X 325 Puntos a 72ppp en RGB.  
SEPTIEMBRE 2011.



## 7. CONCLUSIONES





En nuestra sociedad “*líquida, incierta, insegura y vulnerable*”, según Bauman,<sup>24</sup> hemos encontrado a lo largo de nuestra investigación, ciertas similitudes con circunstancias que se dieron desde la segunda mitad del siglo XIX hasta los primeros años del siglo XX. La invención de nuevos medios de transporte, los avances en la comunicación y el descubrimiento de nuevos materiales y técnicas, hicieron que el hombre cambiara no solo su modo de percibir la realidad, sino también su forma de vida. Inventos como la locomotora hicieron que el hombre modificara su manera de percibir y relacionarse con el mundo, no solo por la posibilidad de desplazarse en poco tiempo y conocer lugares distantes. La velocidad a la que iban, hasta entonces desconocida, suponía un aumento o disminución rápida en el tamaño de los objetos y conceptos como la perspectiva se hicieron más visibles, mediante las líneas paralelas que formaban kilómetros de vías y que se unían en la distancia. El descubrimiento de nuevos materiales hizo posibles nuevas formas de representación en todas las artes, mayores y menores. La fotografía trajo consigo la creación de imágenes de manera rápida, copias fieles de la realidad que no necesitaba ser interpretadas por ningún grabador o pintor y pronto se vio que no solo servían para documentar. El hombre aprendió otra manera de mirar, de seleccionar, de valorar. En este contexto, fueron muchos los que hablaron del fin del arte. Pero en ese momento de crisis, de depresión y desilusión no solo artística sino también social fueron capaces de aprovechar esos nuevos materiales y esa nueva forma de percibir y utilizarlos de manera imaginativa, para crear y desarrollar nuevas formas de expresión en su huida hacia delante.

Hemos conocido, mediante las conferencias a las que hemos asistido, cómo Internet y las nuevas formas de comunicación a través de redes sociales, que nos proporcionan una forma de comunicación inmediata, están cambiando nuestras formas de percibir. A ello ha contribuido también el desarrollo de las tecnologías y los avances científicos, que hacen que nos planteemos cosas hasta ahora impensables. Como entonces, vivimos en un periodo de crisis, no solo económica, también social, y mundial. La destrucción del medio ambiente

---

<sup>24</sup> Bauman, Zygmunt. *Múltiples culturas una sola humanidad*. Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona. Barcelona, 2008.

afecta a todo el planeta, no únicamente a las sociedades industrializadas, y como consecuencia de los avances tecnológicos en las últimas décadas del siglo pasado, el arte se ha revolucionado y se cuestionan de nuevo los principios que lo rigen. Ahora que la fotografía ha demostrado tener lenguaje propio y ha encontrado su lugar, se tambalea.

Si cuando nació la fotografía los pintores vaticinaban el fin de la pintura, desde finales del siglo XX y debido al desarrollo de la tecnología digital hay quien se ha planteado el fin de la fotografía.

Fontcuberta dice: *“La Fotografía ha sobrepasado el año 2000 con una sensación de crisis de identidad. El vertiginoso cambio tecnológico al que asistimos así como el contexto político y económico que lo propician, ha traslocado la génesis y la naturaleza de la imagen fotográfica hasta un grado tal que se legitiman todas las incertidumbres sobre su estatus actual. Permanece el gesto del fotógrafo y también las apariencias de la imagen final como producto icónico, pero el recorrido entre una y otra discurre hoy por un paisaje irreconocible.*

*Todo fundamento ético y estético ha sido subvertido. Los más radicales hablan de la muerte de la fotografía, y otros más comedidos introducen una nueva categoría, necesariamente ambigua: la postfotografía.”*<sup>25</sup>

Quizás las nuevas tecnologías son causa del cambio, pero creemos que suponen una vía de acceso al conocimiento y como sucedió en épocas anteriores con el descubrimiento de nuevos materiales y de cambio de pensamiento, una herramienta más para lograr fines artísticos.

Creemos en este sentido que estamos ante un proceso de reelaboración de la imagen ya que se construye con un elemento que normalmente no se utiliza en la creación artística, el calor y de un cambio revolucionario que supera la búsqueda personal dando vía a nuevas formas de expresión y representación.

Gracias a los avances tecnológicos se ha desarrollado la termografía, siendo en la actualidad una técnica al alcance de cualquier ciudadano. La posibilidad de producir una imagen bidimensional en la que se manifiesten los mecanismos del calor, invisible pero real, nos proporciona nuevas capacidades,

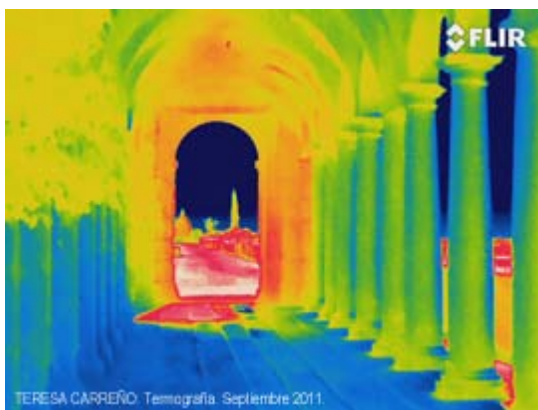
---

<sup>25</sup> Fontcuberta, Joan. *Fotografía. Crisis de la historia.* Ed. Actor. Barcelona.

nuevos medios de obtener información detallada de una escena. Tenemos un mecanismo con el que poder cuestionarnos el universo limitado que nos ofrece nuestra mirada para observar más de cerca nuestro entorno.

Marga Clark al final del siglo pasado, refiriéndose a los artistas que usaban el ordenador decía que estos abogaban por *“nuevas artes y nuevos sentidos que ensancharan los límites de la percepción”* que buscaban realidades alternativas que ampliaran lo real y citamos textualmente: *“piensan que el arte no ha muerto ni morirá nunca, solo el ciclo de unas artes se ha acabado para que otras nuevas formas de arte surjan en todo su esplendor. En su visión futurista mantienen que la ciencia será el instrumento básico y fundamental del arte. El artista se transformará en científico y el científico en artista”*.<sup>26</sup>

A lo largo de estos meses, no solo hemos capturado las imágenes térmicas, también hemos analizado los resultados obtenidos y las hemos utilizado para, mediante la observación y recopilación de datos que resultaban similares, imaginar como sería una imagen producida por calor. Teniendo en cuenta estos datos hemos producido obras gráficas y pictóricas en las que lo que primaba era la reproducción del calor. Es decir hemos intentado “pintar el calor”.



Termografía. Septiembre, 2011.



Óleo sobre lienzo 53x73  
Mayo, 2011.

<sup>26</sup> Clark, Marga. *Impresiones Fotográficas. El universo actual de la representación.* Julio Ollero Editor. Madrid. 1991.

Las imágenes las hemos utilizado también para inspirarnos en la creación de obra pictórica, y para realizar animaciones, de manera similar a como se utiliza una imagen tradicional, pero utilizando el lenguaje propio y característico de la técnica termográfica.

Por otro lado, Don Álvaro de Torres Mc. Crory penúltimo presidente del Colegio de Arquitectos de Madrid, que asistió a las conferencias, mostró su interés por la exposición y propuso realizar la misma en la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid. Ésta tuvo lugar un mes después con motivo de la Semana de la Ciencia.

La empresa Flir también ha mostrado su interés en que estas imágenes acompañen las jornadas que se están llevando a cabo en colaboración con FENERCOM (Fundación de la Energía de la comunidad de Madrid) y AECTIR (Asociación Española de Termografía Infrarroja) sobre eficiencia energética y la presentación de la “Guía de la Termografía Infrarroja” (primera que han editado en España).

Creemos que a través de la termografía hemos establecido una nueva dialéctica con nuestro entorno y abierto las puertas a una nueva vía de conocimiento que a la vez es capaz de generar nuevas y múltiples cuestiones. Creemos que es deber del artista interrogarse y crear preguntas, pero también intentar dar respuestas, mostrar y dar a conocer, buscar soluciones, encontrar y ofrecer la grieta donde sus capacidades de expresión puedan germinar. En ningún momento hemos querido que nuestras imágenes sirvieran para el estudio científico de los temas que hemos tratado, sino ofrecer otra visión de nuestro entorno desde la estética del calor. Creemos que al menos en parte lo hemos conseguido, Doña Margarita Hernández, experta en Eficiencia Energética nos comenta sobre las imágenes: “*Me gustan muchísimo, la verdad es que no sirven para un diagnóstico térmico, si no para disfrutarlo*”.<sup>27</sup>

Quizás pasen muchos años hasta que se reconozca el estatus de la termografía, para que se reconozca su especificidad, pero consideramos que tiene capacidad de expresar de manera propia y característica, de articular el calor y esto no lo podemos hacer con otros medios. Hemos generado una

---

<sup>27</sup> Margarita Hernández es Ingeniera Técnica Forestal con más de quince años de experiencia en eficiencia energética. Correo electrónico 14/6/2012. Comunicación personal.

experiencia peculiar y estética y hemos utilizado la imagen como inspiración y como vía de estudio.

Por todo lo anterior y contestando a la pregunta que nos hacíamos al principio, consideramos que:

LA TERMOGRAFIA EN LA PRÁCTICA ARTÍSTICA ES POSIBLE y ES UN TERRENO POR EXPLORAR QUE PERMITE NUEVAS VIAS DE CONOCIMIENTO Y DE INVESTIGACIÓN.



## **8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**





- ASHTON, Dore. *Una fábula del arte moderno*. Turnen. Madrid, 2001.
- BAUDELAIRE, Charles. *El pintor en la vida moderna*. Prólogo Antonio Pizza. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos técnicos. Librería Yebra Caja Murcia. Murcia, 1995
- BAUMAN, Zygmunt. *Múltiples culturas una sola humanidad*. Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona. Barcelona, 2008.
- CLARK, Marga. *Impresiones Fotográficas. El universo actual de la representación*. Julio Ollero Editor. Madrid.1991.
- DIETMAN, Elger. *Expresionismo*. ED. Benedit Taschen 1999, 1988.
- FONTCUBERTA, Joan y COSTA, Joan. *Foto- diseño .Enciclopedia del Diseño*. Ed. Ceac. Barcelona, 1992.
- FONTCUBERTA, Joan. *Fotografía. Crisis de la historia*. ED Actor. Barcelona.
- GADAMER, Hans Geor. *La actualidad de lo bello*. Introducción de Rafael Argollul. Paidós. I.C.E-U.A.B. Barcelona, 1991.
- HELLER, Eva. *“Psicología de color. Como actúan los colores sobre los sentimientos y la razón”* Ed. Gustavo Gil. Barcelona. 2007.
- JAMERSON, Fredric. *El postmodernismo o la lógica cultural del capitalismo avanzado*. Ed Paridos. 1991 Barcelona,1995.
- MATTEINI, Mauro y MOLES, Arcangelo, Italia. *Metodi de indagine*, Firenze, Nardini Editore, Centre internazionale del libro, 1984.
- MELGOSA REVILLAS, Sergi. *Guía de la Termografía Infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética*. Comunidad de Madrid. FENERCOM. 2011.
- PLAZAOLA, Juan. *Modelos y teorías de la historia del Arte*. EUTG Mundaiz. San Sebastian.
- RAMIREZ, Juan Antonio. *Medios de Masas e Historia del Arte*. Cuadernos de Arte Cátedra. Madrid. 1988.
- SCHEERBART, Paul. *La Arquitectura de Cristal*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos técnicos. Librería Yebra Caja Murcia. Murcia 1995.
- SONTANG, Susan. *Sobre la fotografía*. EDHASA Barcelona, 1989.
- TRIMARCO, Angelo. *Confluencias. Arte y Crítica en la postmodernidad*. Julio Ollero Editor, SA e Instituto de la Estética y Teoría de las Artes. Madrid, 1991.
- VVAA. *I Congreso Nacional de <<Investigación en las Bellas Artes>>*

Universidad Complutense. Facultad de Bellas Artes. Madrid. 1988.

VVAA. *Gran Enciclopedia Planeta*. Editorial Planeta. Barcelona. 2004.

VVAA. *La Mirada*. V Seminario. Desierto de las Palmas Fundación Desierto de las Palmas. Castellón. 2011.

VVAA. *Todo sobre fotografía y video digital. Haga retoque y comparta en internet*. Edición especial para El Mundo, 2010.

## PAGINAS WEB

<http://www.ieds.es/salavirtual.asp>

<http://www.flickr.com>

<http://diselabia.wordpress.com/tag/up780nm/>

[www.alava-ing.es/](http://www.alava-ing.es/)

<http://www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/Formacion/FSemArquitectura.pdf>

<http://www.biografiasyvidas.com>

<http://tectonicablog.com/?p=20541>

<http://www.esmadrid.com/semanaarquitectura/index.php/fecha/2/lunes-3-de-octubre>

[www.simonmarsden.co.uk/](http://www.simonmarsden.co.uk/)

[http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/main\\_html/index.html](http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/main_html/index.html)

[http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/herschel/herschel\\_bio.shtml](http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/herschel/herschel_bio.shtml)

<http://legacy.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/herschel/backyard.shtml>

<http://www.elmundo.es/elmundo/2009/05/11/ciencia/1242043178.html>

<http://www.termografia.com/paginas/aplicaciones/imagenes17.html>

<http://www.academiatesto.com.ar/cms/test-2-11>

[http://stargazers.gsfc.nasa.gov/resources/how\\_astronomers\\_sp.htm](http://stargazers.gsfc.nasa.gov/resources/how_astronomers_sp.htm)

<http://alberthox.blogspot.com.es/2010/05/tutorial-de-fotografia-infrarroja-ir.html>

<http://www.vidasostenible.org/ciudadanos/a1.asp>

[www.nickveasey.com](http://www.nickveasey.com)

<http://www.fotonostra.com/biografias/histfoto.htm><http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=herschel-john>

<http://www.telecable.es/personales/armando3/cam/Apuntes/Historia%20de%20la%20fotografia.htm>

[http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/10679/1/tesis\\_aranda.pdf](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/10679/1/tesis_aranda.pdf)

<http://www.monografias.com/trabajos88/calor-conceptos-y-tipos-transferencia-calor/calor-conceptos-y-tipos-transferencia-calor.shtml>

<http://www.academiatesto.com/>

[http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r4119380/es/contenidos/informacion/area\\_termica/es\\_atlccce/transmision\\_calor\\_conveccion.html](http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r4119380/es/contenidos/informacion/area_termica/es_atlccce/transmision_calor_conveccion.html)

<http://www.simonmarsden.co.uk/cards.htm>

<http://www.flickr.com/groups/inspiredbysimonmarsden/pool/tags/infrared/>

[http://www.mashpedia.es/Fotograf%C3%ADa\\_infrarroja](http://www.mashpedia.es/Fotograf%C3%ADa_infrarroja)



## AGRADECIMIENTOS

Aquello que surgió de manera fortuita y fue recibido con emoción e ilusión por la posibilidad de descubrir nuevas formas de expresión y experimentación, se ha convertido en una puerta abierta a un mundo nuevo, a una forma de percibir la realidad y de experimentarla diferente y dado lugar a profundas reflexiones.

Desde aquí, quiero dar las gracias a todos los que lo han hecho posible:

En especial a mi familia, mi marido Ignacio y mis hijos Ignacio, Teresa e Isabel por el esfuerzo que han realizado y el apoyo que me han dado, y a mis hermanos Elena y Diego por la ayuda que me han prestado. A Don José Sierra de la empresa FLIR y al Centro Español de Nuevas Profesiones de Madrid (CENP) por la confianza que depositaron en mí. A Don Rafael Royo Pastor, del Instituto de Ingeniería Energética de la Universidad Politécnica de Valencia cuya ayuda ha sido fundamental y de gran valor. A Don Attilio Veratti por su colaboración y aportaciones de gran interés. A Isabel Osuna y a José Ariño por dejarme termografiar sus animales. A todos mis profesores de Master no solo por los conocimientos que me han transmitido sino por hacerlo de manera amena, en especial quiero agradecer a Marina Pastor, María Zárraga, Pepe Miralles, Sara Alvarez y Juan Martorell el apoyo que me han dado y el interés que han mostrado por mí, y a mis compañeros de Master que han creado un ambiente tan agradable que ha suavizado la dureza del estudio. Agradezco también a la empresa Alava Ingenieros, al ITC de Valencia y a FENERCOM los conocimientos que me han aportado.

Por último quiero dar las gracias a mi tutor, Elías Pérez, por toda la ayuda que me ha proporcionado.